Görres-Gesellschaft

zur Pflege der Wissenschaft

im katholischen Deutschland.



Zweite Vereinsschrift für 1877.

Carl Berthold, Die Herrschaft der Zweckmäßigkeit in der Natur.

Köln 1877.

Druck und Commissions-Verlag von J. P. Bachem.

Auszug aus dem Statut der „Görres-Gesellschaft“.

Tit. II.

Aeußere Organisation des Vereins.

Die Mitglieder.

§. 3. Die Görres-Gesellschaft bildet einen einzigen, von einem Vorstande geleiteten Verein. Der Verein hat seinen Wohnsitz in Bonn.

§. 4. Der Verein besteht aus Mitgliedern und Theilnehmern.

Mitglied ist, wer durch Anmeldung beim Vorstande oder den von diesem beauftragten Personen (§. 16) seine Uebereinstimmung mit der Idee des Vereins ausspricht und einen Jahresbeitrag von 10 Mark oder einen einmaligen Beitrag von 200 Mark entrichtet.

Theilnehmer, wer einen Jahresbeitrag von mindestens 3 Mark entrichtet.

§. 5. Die Mitglieder haben das Recht, den General-Versammlungen mit beschließender Stimme beizuwohnen. Sie haben Anspruch auf die in der Periode ihrer Mitgliedschaft zur Vertheilung kommenden Vereinsschriften nach Maßgabe der einschlagenden Bestimmungen (§. 32 bis 34).

Die Theilnehmer haben Zutritt zu den General-Versammlungen, jedoch ohne beschließende Stimme. Sie haben Anspruch auf die Vereinsschriften nach Maßgabe der einschlagenden Bestimmungen (§. 32 und 34).

§. 6. Termin für die Einzahlung des Jahresbeitrages ist der 1. März jeden Jahres. Beiträge, welche nach dem 30. April nicht eingelaufen sind, werden von dem Rendanten per Postmandat erhoben.

Wer die Zahlung verweigert, gilt als ausgeschieden und verliert alle Rechte und Ansprüche an die Gesellschaft.

Tit. III.

Organisation der Vereinsthätigkeit.

Vereinsschriften.

§. 32. Den Mitgliedern und Theilnehmern wird jährlich ein gedruckter Bericht über die Thätigkeit und den Bestand des Vereins und die Verhandlungen der General-Versammlung mit Einschluß des wissenschaftlichen Vortrags zugestellt.

§. 33. Nach Maßgabe der Vereinsmittel werden periodische Vereinsgaben in Gestalt von wissenschaftlichen und populär-wissenschaftlichen Schriften zur Vertheilung an die Mitglieder gebracht werden.

§. 34. Die sämmtlichen auf Veranlassung der Görres-Gesellschaft veröffentlichten Schriften können von den Mitgliedern und Theilnehmern zu zwei Dritttheilen des Ladenpreises bezogen werden.

(Bestellungen sind unter Einsendung des Betrages an den General-Secretair der Gesellschaft zu richten.)

Görres-Gesellschaft

zur Pflege der Wissenschaft

im katholischen Deutschland.



Zweite Vereinsschrift für 1877.

Carl Berthold, Die Herrschaft der Zweckmäßigkeit in der Natur.

Köln 1877.

Druck und Commissions-Verlag von J. P. Bachem.

[illegible]

Die Herrschaft der Zweckmäßigkeit in der Natur.

Von

Carl Berthold.

Die mechanische und die teleologische Naturerklärung.

Die Geschichte der neuern Philosophie verlief in schnellen Wandlungen. Die eine Philosophen-Dynastie folgte der andern; ein Staat des Gedankenreiches wurde nach dem andern gegründet und wieder zerstört. Entthront ist der dürre Rationalismus, in dessen Gebiete, ähnlich, wie es die Musen und Grazien Göthe's von der Brandenburger Mark verkündeten, alles, was vegetirte, von vorn herein getrocknet aufsproßte; entthront der idealistische Pantheismus und seine überschießende Jugendkraft. Der Hegel'sche Panlogismus mit seiner Grundanschauung: „Alles, was ist, ist vernünftig", schlug in sein Gegentheil um. Die modernen Pessimisten behaupten geradezu, daß die Welt durchaus unvernünftig und schlecht sei. Schließlich wandte sich die Philosophie in Gestalt der mechanischen Weltanschauung völlig dem Reiche der Nacht zu. „Der große Culturkampf," sagt J. G. Fichte [1]), „den die Gegenwart durch alle Verzweigungen ihrer wissenschaftlichen Bildung durchzustreiten hat, gipfelt definitiv in jener höchsten oder letzten Alternative, ob in der physischen wie in der moralischen Welt lediglich die blinde Nothwendigkeit eines zwingenden »Naturgesetzes« walte, also dasjenige, was man als »zwecklosen Zufall« zu charakterisiren das Recht hat, — oder ob im Gegentheil das sichtbare Universum, wie die innere Welt des bewußten Geistes nach ihrer gesammten Thatsächlichkeit, in letzter Instanz allein erklärbar und begreiflich werde durch die Annahme eines (irgendwie zu denkenden) absolut intelligenten Princips."

Als einer der Brennpunkte dieses ganzen Kampfes muß also die Frage gelten: ob in dem Bestande der Natur Zweckmäßigkeiten vorliegen, aus deren Beschaffenheit auf das Dasein Gottes geschlossen werden muß. Treten wir an die Erörterung dieser entscheidenden Frage heran.

Die Ueberzeugung, welcher die Welt als eine nach Zwecken gestaltete und geleitete gilt, und welche, wie in einem Werke den Meister, also in der Natur Gott erkennt, ist zunächst eine dem unbefangen urtheilenden Menschen

[1]) Fragen und Bedenken. Sendschreiben an Zeller. Leipzig. Brockhaus 1876. S. 73.

durchaus natürliche, naheliegende und einleuchtende. Die christlichen Denker sahen in ihr von jeher nicht so sehr das Ergebniß tief eindringender Speculation oder gelehrter Forschung, als vielmehr eine unmittelbare Forderung des gesunden Menschenverstandes. So bewies schon Lactantius in durchaus populärer Weise die Unmöglichkeit jener Anschauung, welche den Stoff zum Urheber der Welt macht (*Lactant.* Instit. II, 8); Arnobius (Advers. gentes) erklärt die Erkenntniß Gottes aus der Natur für eine dem Menschenwesen durchaus eingepflanzte, unmittelbar einleuchtende; und in großartigen, meisterhaften Zügen schildert Theophilus, Bischof von Antiochien, in seinem ersten Buche an Autolykus die Schöpfung als eine herrliche, allgemein verständliche Offenbarung Gottes.

In neuester Zeit hat die teleologische Naturauffassung ihre höhere Weihe erhalten durch die auf dem vaticanischen Concil feierlich als Dogma definirte Lehre, daß der Mensch mit seinen natürlichen Verstandeskräften das Dasein Gottes aus der Natur zu erkennen vermöge.

Gleichzeitig aber suchen sich auch auf entgegengesetzter Seite die Kräfte der Negation in gewaltigem Ringen geltend zu machen. Mehr denn jemals suchen die Männer der sogenannten exacten Forschung die felsenfeste Grundlage der teleologischen Naturanschauung zu unterwühlen, indem sie die Mechanik der Natur für das All-Eins erklären, wodurch zugleich die Menschheit zu einem Naturproducte entwürdigt und das Dasein Gottes in Abrede gestellt wird. Die Leugnung der geplanten Naturzweckmäßigkeit ist die Grundlage dieses ungeheuerlichen Systems, dieses cyklopischen Bauwerkes, das, durch zahlreiche Hände aufgethürmt, als Gegenkirche des Christenthums in unsere Zeit hereinragt.

Sehen wir zu, ob jene Leugnung vor einer unbefangenen Betrachtung, vor einer objectiv-wissenschaftlichen Erforschung der Natur bestehen könne. Ist es möglich, die Gesammtheit der Erscheinungen ausschließlich aus der blinden und nothwendigen Wirksamkeit stofflicher Elemente abzuleiten?

Die unorganische Natur.

Zeigt sich in der Natur und zwar zunächst innerhalb der unorganischen Natur eine starre Nothwendigkeit, welche jede weitere Frage nach Ursprung und Veranstaltung abschneidet?

Hier sei sogleich bemerkt, daß vom philosophischen Standpunkte beurtheilt schon das Dasein der unorganischen Natur selbst kein nothwendiges ist, oder man müßte annehmen, daß entweder der Stoff im Ganzen oder jedes

Bestandtheilchen desselben ein absolutes, durch sich selbst verursachtes Wesen sei. Diejenige Nothwendigkeit aber, welche sich in der Einrichtung der physikalischen Natur ausdrückt, nämlich die stete Wiederholung des Geschehens, ist keine eigentliche Nothwendigkeit, deren Gegentheil undenkbar wäre. Die Beobachtung lehrt zwar, daß bestimmte Stoffe unter gewissen Verhältnissen sich in bestimmten Proportionen verbinden, daß etwa verschiedene Moleküle von Sauerstoff und Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff sich nach festen Regeln vereinigen; aber es läßt sich nicht als an und für sich nothwendig und durch die Denkgesetze als geboten darthun, daß die Verhältnisse auf die vorliegende Weise und nicht auf eine andere gegeben sind, daß etwa hier der Kohlenstoff sich zum klaren Diamant verfesten und dort zur schwarzen, bröckeligen Kohle werden muß.

Wenn wir weiterhin diese Regeln des physikalischen Geschehens, über deren erstes Auftreten uns der Anhänger der mechanischen Naturerklärung nicht im mindesten aufklären kann [2]), in ihrer Einrichtung und ihrem Zusammenwirken beobachten, so sehen wir uns eben so schnell an die Grenzen der Mechanik versetzt. Es offenbart sich nämlich in jenen Naturkräften, denen wir hauptsächlich eine mechanische, nothwendige Wirkung zuschreiben, ein Maß, ein Gesetz, eine Ordnung, welche durchaus nicht aus der Mechanik erklärt werden kann, man müßte denn die Annahme eines „Sichselbsthervorbringens" dieser Regeln als Erklärung gelten lassen. Anderseits aber liegt in diesen physikalischen Gesetzen mit ihrer die Höhe und Tiefe jeglicher menschlichen Wissenschaft und Weisheit übertreffenden Einrichtung und mit ihrem unendlich vielseitigen und harmonischen Zusammenhange eine Aufforderung, in dem Bestand der Regel das Walten einer zwecksetzenden Einsicht zu erkennen. Der Beweis der gesetzmäßigen Lenkung und des Strebens der unorganischen Natur nach bestimmten Zielen ist mit leuchtender Sternenschrift an das Gewölbe des Himmels geschrieben; denn die Gestirne bilden Systeme, deren einzelne Glieder, die Centralkörper und die um dieselben sich bewegenden Körper, in genaue Beziehung zu einander gesetzt sind. „Die Bahnen der Planeten," sagt de Maistre, „sind nämlich ganz genaue und nach harmonischen Gesetzen construirte Ellipsen, so genau, daß sie sich bis auf das verschwindend kleinste Theilchen einer Secunde berechnen lassen. Die Ellipse selbst ist ein wahres Wunder am Himmel und steht als einziges Beispiel einer freien Bewegung der Körper um einen Schwerpunkt da. Sie ist Thatsache, aber ein Räthsel. Die harmonisch geordnete Mechanik des Himmels erinnert lebhaft an die Mechanik einer

---

[2]) Die weitern Erörterungen über die Entstehung der Natur gehören in die Philosophie. Vergleiche hierüber die Abhandlung von Dr. G. Freiherr von Hertling: „Ueber die Grenzen der mechanischen Naturerklärung".

Uhr, die sie ja noch an Genauigkeit weit überholt. Und fände man in der Wüste eine Taschenuhr, wer käme auf den Gedanken, sie für ein Spiel des Zufalles zu halten? So setzt auch die große Weltuhr einen Künstler voraus, dessen Weisheit alle Begriffe übersteigt."

Diese Auffassung, die für den einfachen, gesunden Menschenverstand bei bloßem Hinblick auf die Natur geboten erscheint, wird eine durchaus dringliche und zwingende, wenn wir uns von der allgemeinen Betrachtung des Kosmos den besondern Gesetzen der unorganischen Natur zuwenden. Wollte man nur die hauptsächlichsten physikalischen Erscheinungen derselben, vor allem die chemischen Kräfte und ihre Bildungen, dann die Lichtwelt, die Bewegung der Atmosphäre und des Wassers, die Eigenschaften der Dichtigkeit, die Gesetze der Rotation, der schiefen Ebene und des Falles durchgehen, so würden sich hier auf das deutlichste gegenseitige Beziehungen, Anpassungen, Ziele und Zweckmäßigkeiten, kurzum eine von Intelligenz zeugende Einrichtung zu erkennen geben. Selbst die am einfachsten und so zu sagen am gröbsten wirkende Kraft, die der Schwere oder gegenseitigen Anziehung aller Stoffe, beweist dieses. „Versuchen wir einmal," sagt K. E. v. Baer[3]), „uns zu denken, diese allgemeine Schwere hörte ganz auf! Die Folgen wären unberechenbar! Ein Stein, den wir fortschleudern, ginge im Weltraum in alle Ewigkeit fort, bis er zufällig auf einen andern Weltkörper stieße. An dem Stein mag wenig verloren sein. Aber wir selbst, wenn wir absichtlich oder zufällig einen Stoß erhielten, würden ebenso in gerader Linie unbegrenzt fortgeschleudert und wären, da wir sehr bald aus unserer Atmosphäre kämen, eben so bald nur eine todte Masse, und nur als solche könnten wir auf einem andern Sterne, auf den wir träfen, landen. Jetzt, so wie die Verhältnisse wirklich sind, können wir durch einen Stoß doch nur umgeworfen werden, weil die Mutter Erde uns anzieht und uns nicht von sich läßt. Wir dürfen dankbar dafür sein, daß wir nur umfallen. Aber die Anziehung der Erde ist es ja auch, welche die Atmosphäre, dieses ihr luftiges Kleid, an ihr zurückhält, und mit der Luft den in ihr schwebenden Wasserdampf. Die Anziehung ist es, welche ein jegliches Geschöpf, das auf der Erde entstand, wenigstens dem Stoffe nach, und auch alles Leblose, das irgend ein Mal zu ihr gehört hat, bewahrt, den Bachkiesel, der ein Mal vom Felsbau, dem festen Gerippe der Erde, abgebrochen ist, nicht minder als die Lava, die sie aus ihrem Innern ausgespieen hat. Auch nicht das geringste Staubtheilchen, welches ein Mal der Erde und ihren Bewohnern angehört hat, kann ihr entfliehen."

„Dieselbe Schwere aber, die mit gewaltsamer Liebe oder unüberwindlichem Geize alles zusammenhält, was ihr ein Mal angehört hat, hält ja auch

---

[3]) Studien aus dem Gebiete der Naturwissenschaften. Zweiter Theil. St. Petersburg. 1876.

die Planeten mit ihren Trabanten in ihren Bahnen um die Sonne und führt als allgemeine Gravitation die Sonne in Begleitung ihrer Planeten durch den Weltraum. Ohne diese könnte der Weltplan gar nicht bestehen; ohne sie wäre die Welt uns nur als ein Chaos von Atomen denkbar, und auch so nicht einmal, denn den Atomen, wenn sie existiren, werden wohl Anziehungspunkte zu Grunde liegen."

„Sollen wir nun, weil die Gravitation mit absoluter (?) Nothwendigkeit wirkt, ihr das Streben nach einem Ziele absprechen?"

Sehen wir von dem System der Himmelskörper und der Mécanique céleste ab und betrachten wir unsern Erdglobus, so ist seine Form, seine tägliche Achsendrehung, die Stellung der Erdachse, sowie sein jährlicher Kreislauf zunächst die Grundbedingung der Klimate und der Beschaffenheit sowohl des thierischen als auch des pflanzlichen Lebens. Es läßt sich einsehen, wie eine Schwankung der Erdachse oder gar eine gänzliche Veränderung ihrer Richtung den gegenwärtigen Bestand der irdischen Natur zerstören würde. Das feste Gezimmer der Erde; die Vertheilung der Continente und ihr Verhältniß zur Wassermasse; das Relief, der Baustoff und die Bewässerung des Festlandes; die durch die von Norden nach Süden sich erstreckende Längsrichtung der großen Continente bewirkte Entstehung zweier großen Meerbecken und der hierdurch mögliche Austausch der polaren und äquatorialen Gewässer; die Wasserheizung, welche also durch ein in den Grundzügen durchaus einfaches, in den Einzelheiten so verwickeltes System von Meeresströmungen den kältern Klimaten zu Theil wird; die Milderung der äquatorialen Hitze durch kalte Ströme; die Winde, welche bewirken, daß die Gegensätze der Klimate nicht gewaltsam und feindselig aufeinander klaffen und welche als Vertheiler der atmosphärischen Niederschläge und Gase wirken: diese und andere Einrichtungen des Bauwerkes unseres Erdballes vereinigen sich zu einer großartigen und bis in das einzelnste genau bestimmten Wohlordnung, welche als Voraussetzung und Bedingung des organischen Lebens dient und auf dieses hinzielt.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß die mechanische Naturerklärung schon von vorn herein mit einer Art von Nothwendigkeit rechnet, die thatsächlich als geordnete und zielstrebige erscheint. Schon an dieser Stelle also müßte die Frage über die Begründnng der mechanischen Naturerklärung erörtert werden; wenn aber solches von unsern Gegnern nicht geschieht, wenn sie einfach sämmtliche physikalische Kräfte auf eine blinde und zwecklos wirkende Mechanik zurückführen, so ersetzen sie schon hier den nöthigen Beweis durch eine willkürliche Behauptung, und ihr, auf solch' unsicherer Grundlage errichtetes System muß von vorn herein als ein schwankendes Luftgebäude erscheinen. Doch können wir es den Naturmechanikern füglich überlassen, wie sie sich in der unorganischen Natur ohne Zweckbegriff zurecht-

finden wollen; rücken wir vielmehr von der so höchst unbestimmten Peripherie der mechanischen Naturerklärung zu dem Brennpunkte derselben vor.

Dieser liegt auf dem Gebiete der organischen Natur.

Die organische Natur.

Kann das organische Leben aus den alleinigen Wirkungen mechanischer Kräfte erklärt werden?

Die der mechanischen Naturerklärung beflissenen Gelehrten versuchten auf diese entscheidende Frage eine Antwort zu geben, welche im Grunde genommen nur eine Umgehung der Antwort ist. Man stellte nämlich die Behauptung auf, das Leben sei von einem ersten unvollkommenen Urwesen, oder von einigen derselben ausgegangen. Es wurden für solche Erstlingswesen bereits unter andern ausgegeben das fossile Eozoon canadense, das sich unter dem Mikroskope als eine Gruppirung von Steinpartikelchen erwies. Man könnte nach den Untersuchungen, die wir über dieses vielbeschrieene Eozoon lasen, mit demselben Rechte die eigenthümlichen wurmförmigen und mäandrischen Figuren, die der feine feuchte Thonschlamm zwischen zweien aufeinandergepreßten Steinplatten bildet, für Urthierchen halten. Eine Zeit lang wähnte man, ein solches gewünschtes Urwesen nach Huxley's Entdeckung in dem Bathybius gefunden zu haben, und namentlich wurde die Wichtigkeit der Auffindung dieses ersten Grundsteines der organischen Welt mit Nachdruck von Prof. Häckel in Jena verkündet, bis Huxley selbst die Ehrlichkeit hatte, seinen Irrthum einzugestehen. Der berühmte Bathybius hatte sich nämlich bei genauern Untersuchungen als Gypsschlamm erwiesen, der sich irgendwo auf dem Grunde des Meeres angesetzt hatte. In Ermangelung eines nachweisbaren Ur-Organismus sah man sich deshalb in die Lage versetzt, entweder die Behauptung zu wagen, daß die längst von der exacten Wissenschaft verworfene Urzeugung eine Forderung des gesunden Menschenverstandes sei, oder man suchte den Mangel der Beobachtung durch Erfindungen zu ergänzen, wie der phantasiereiche Häckel sein unentschiedenes „Moner" (Urwesen) erdichtete, das sich in Urpflänzchen und Urthierchen spalten sollte, oder wie Darwin einzelne unbestimmte Urformen von Pflanzen und Thieren voraussetzte. All' diese Arten von Grundsteinlegung der mechanischen Naturerklärung erweisen sich indeß als haltlos; denn auch ganz abgesehen von der Unerweisbarkeit der bisherigen Annahmen über das Dasein einfachster Urorganismen fragt es sich zunächst nicht, welche Urformen

den Anfangspunkt in der Reihe der Organismen bilden, sondern vielmehr: ob das Entstehen solcher Urformen allein aus den Wirkungen der physikalischen Natur erklärt werden könne. Es ist einleuchtend, daß diese Frage keineswegs auf Grund der bloßen Annahme über allerleiartige Urwesen entschieden werden kann. Wollen wir uns hier nicht in das Reich der Träume verlieren, so ist es unumgänglich nöthig, das wirkliche organische Leben in seinen niedrigsten und unvollkommensten Erscheinungen zu prüfen.

Wenn die organische Natur auf rein mechanischem Wege aus der unorganischen entstanden wäre oder noch entstände, so ließe sich erwarten, daß eben die unvollkommensten Lebewesen die Verbindungsstelle zwischen der unorganischen und organischen Natur einnähmen, vorausgesetzt, daß die Organismen eine aufsteigende Reihe bilden.

Als das unvollkommenste und niedrigste der organischen Gebilde, als der Anfang und rohe Entwurf des pflanzlichen Lebens gilt in der Wissenschaft das Protoplasma. Wir glaubten dieses so schwer erklärbare Erstlingsgebilde, soweit es uns im Pflanzenreiche entgegentritt, in unserm Lehrbuche der Botanik[4]) im Allgemeinen in seiner einfachsten Gestalt beschreiben zu können „als ein äußerst kleines, mit freiem Auge meist nicht erkennbares Körperchen eines schleimigen, eiweißartigen und trüben Bildestoffes, welcher mit innerer Lebenskraft oder Wachsthumsfähigkeit begabt ist."

„Zunächst sucht sich dieses Körperchen rundlich oder in manchfaltigen andern Umrissen zu formen und nach außen hin eine Bedeckungshaut, die Zellhaut, abzuscheiden. Dann sondern sich aus dem Innern des Bildestoffes Tröpfchen Zellwassers ab, welche sich gewöhnlich vergrößern, vereinigen, die Zelle ausfüllen und jenen Stoff zurückdrängen. Die äußerste Schicht dieses letztern bildet einen festern Ueberzug, den man früher als Primordialschlauch bezeichnete. Aus dem Bildestoff wird ferner gewöhnlich noch der Zellkern erzeugt, der aus einem bestimmt abgegrenzten, aber wenig umgebildeten Körnchen eben jenes Stoffes besteht. Kleine, oft zahlreiche andere Körperchen, meist Körnlein von grüner Färbung, werden besonders in den dem Lichte ausgesetzten Zellen erzeugt. Es sind die Blattgrün-Körner (Chlorophyll). Außerdem kann eine Zelle noch eine Menge anderer Stoffe bilden, wie Stärkemehlkörner, die meist aus schaligen Schichten bestehen, Kleber, Oeltropfen, Krystalle (von kleesauerm Salze, Gyps u. a.), Farbestoffe, Alkaloide und andere Bestände. Innerhalb der Zellen finden nicht selten mehr oder minder lebhafte Strömungen des Bildestoffes statt."

Wir haben hier nur den ersten Entwurf des pflanzlichen Lebens betrachtet; wir lassen die Ausbildung des Protoplasma zu unterschiedlichen Zellenformen nebst der Entwickelung der Gefäße außer Acht, und noch

---

[4]) Lehrbuch der Botanik von C. Berthold und H. Landois. Freiburg bei Herder 1872.

weniger verfolgen wir die unendlich verschiedenen Gestaltenreihen der niedern und höhern Pflanzen, welche sich aus den Geweben der Zellen und dem Systeme der Gefäße aufbauen. Wir beschränken uns nur auf das winzige Protoplasma-Tröpfchen, in welchem bereits das Herz der Pflanzenwelt, das vegetabilische Leben pulsirt, und wir fragen: Kann die Ausgestaltung und die bereits so vielfache Thätigkeit dieses Protoplasma als eine Wirkung mechanischer Naturkräfte erklärt werden?

Auf diese Frage gibt die Wissenschaft zunächst die Antwort: Die erste, nur durch das Mikroskop erkennbare Anlage einer jeden Pflanze von dem Schimmel und dem Moose an, bis zur Lilie und dem Eichbaum, entsteht aus einem Theilchen Protoplasma; denn jede Spore der Kryptogamen, jeder Embryo des Samens einer Phanerogame ist das Product von Umbildungen dieses Stoffes; eine andere als organische Entstehungsweise des Protoplasma ist noch niemals erwiesen. Das ist eine Thatsache, der gegenüber die Annahme, dieses Protoplasma könnte auch einmal durch Zusammenwirken verschiedener Kräfte, der Anziehung und Abstoßung, der chemischen Verwandtschaft und wer weiß, welchen mechanischen Hebel, aus dem Schooße der unorganischen Natur hervorgefördert sein, als eine leere Ausflucht erscheint, die nur Erdichtung über den Bildungsproceß der ersten Pflanzenzelle beibringen kann.

Woher stammt indeß das erste Protoplasma?

Es weist uns die Entstehung desselben auf eine Ursache hin, die über der mechanisch wirkenden Natur steht; wie beschaffen aber diese Ursache sei, das kann zunächst nur bei der Wesenheit des organischen Lebens selbst erfragt werden.

Es findet sich schon bei den unvollkommensten Arten der Pflanzen, bei den aus einer einzigen Zelle bestehenden Algen und Pilzen, ein Bildungsgesetz, welches dem in der physikalischen Natur herrschenden Mechanismus durchaus entgegengesetzt ist. Die Hervorbringungen des Stoffreiches, etwa Gase, tropfbare Flüssigkeiten, Metalle und Gesteine bilden sich, indem an das eine Theilchen des Stoffes sich das andere lagert; wie etwa ein Sandstein durch zusammengekittete Sandkörner und das einzelne Sandkorn durch Verbindung verschiedener, sich von außen her um einen Mittelpunkt sammelnder Elemente entstand. Bei allen diesen stofflichen Verbindungen wirken die physikalischen Kräfte mit Ausschließlichkeit, und das Product ist denselben passiv untergeordnet. In ganz entgegengesetzter Weise entsteht der Organismus jener erwähnten unvollkommensten Pflänzchen; er bildet sich von innen nach außen, indem er durch eine Kraft, die man im Allgemeinen als Lebenskraft bezeichnen kann, die Stofftheilchen an sich zieht und von einem ersten Keime an vermittels derselben durch Umarbeitung aufgenommener Stoffe wächst und sich ausgestaltet. Somit verlieren die Theilchen ihre

Bedeutung als stoffliche Einzelheit und sie kommen nur in der Verbindung und Umgestaltung als dienende Glieder des Ganzen zur Geltung. Demnach verhält die Lebenskraft sich der unorganischen Natur gegenüber durchaus als activ, und sie stellt die in der Aneinanderlagerung der Stoffe herrschende Vielfachheit unter die Herrschaft einer höhern Einheit. Es kann also die Entstehungsweise des niedrigsten Organismus, sei es auch nur ein Protoplasma-Kügelchen, nicht aus einer bloßen Mechanik erklärt werden. Diese Unmöglichkeit tritt noch greller hervor, wenn wir die vollkommenen Pflanzen in Betracht ziehen.

Das Pflanzenreich.

Mit einer Leichtfertigkeit, welche an die Dichtungen der Mythologen erinnert, haben die Anhänger der Darwin'schen Theorie in neuester Zeit die Entwickelung der höhern Organismen in luftigen Phantasiegebilden bewerkstelligt. „Quo teneam vultus mutantem Protea nodo?“ Mit welchem Knoten soll man diesen Proteus der neuesten Umwandlungs-Hypothese fesseln, da diese Lehre mit allerleiartigen Möglichkeiten und Wahrscheinlichkeiten rechnet und hierdurch eine außerordentliche Entschlüpfungsfähigkeit erlangt. Wenn wir zuerst den ganzen Aufbau des Pflanzenreiches in Bezug auf die Darwin'sche Annahme einer Entstehung der einen Pflanzenart aus der andern prüfen, nachdem wir uns mit herzhaftem Luftsprunge über die auf mechanischem Wege unerklärliche Entstehung der ersten Protoplasma-Ansammlung hinwegsetzten, werden wir sehr bald gewahren, daß zunächst schon die Beschaffenheit der wichtigsten Pflanzengruppen eine solche Entstehung durch fortschreitende Umbildung der Arten widerlegt. Es ist zwar sehr leicht, auf äußere Aehnlichkeiten zwischen verschiedenen Pflanzenabtheilungen hinzuweisen, aber solche Luftbrücken genügen keineswegs zum Beweise eines Hervorgehens der einen Pflanzenreihe aus der andern; und sie bieten nur Scheinbeweise, sie zerfallen in sich selbst, wenn alle Arten der einen Pflanzenreihe durch wesentliche innere Bildungsgesetze von denen der andern Reihe getrennt sind.

Stellen wir nun das gesammte Reich der Kryptogamen dem der Phanerogamen gegenüber, so finden wir allerdings, daß viele Kryptogamen der niedern und höhern Abtheilungen verschiedenen Phanerogamen äußerlich bis zum Verwechseln ähnlich sind. Das gilt namentlich von den Gefäßkryptogamen. Um nur auf einige der offenbarsten Verähnlichungen aufmerksam

zu machen, so gleicht unter unsern einheimischen Farnen der Laubsproß der Pilularia äußerlich täuschend einem Grashälmchen; die Marsilea quadrifida Südeuropa's hat die Form eines Kleeblattes; das Asplenium palmatum Spaniens besitzt handförmig zertheilte Blätter, ähnlich denen der Platane. Die Pteris piloselloides, welche in Ostindien und Africa epiphytisch auf Bäumen wächst, gleicht ganz den beblätterten Ausläufern eines bei uns an Rainen wachsenden Habichtskrautes (Hieracium pilosella). Aus den untersten Abtheilungen der Phanerogamen greifen wir nur die Zapfenpalme (Cycas circinnalis) heraus. Dieselbe rollt ihre jungen Blätter ein, wie ein Farnwedel, und es gleicht auch das Gewächs in seiner Tracht durchaus einem tropischen Baumfarn. Die Cycadeen sind hinwieder den Nadelhölzern verähnlicht; sie tragen z. B. Früchte, die einem Fichtenzapfen ähnlich sind, und sie gehören sammt den Nadelhölzern zu den nacktsamigen Gewächsen. Fälle derartiger Uebereinstimmungen der Form kommen außerordentlich häufig vor; aber es wäre durchaus unbegründet, wenn wir aus solchen Beobachtungen Schlüsse über die Abstammung der Gewächse ziehen wollten.

Trotz aller dieser Verähnlichungen sind die Kryptogamen selbst in ihren vollkommensten Erzeugnissen durchaus von den Phanerogamen in einer Weise geschieden, daß ein Hervorgehen der einen aus den andern unmöglich erscheint. Dieses wird schon durch die Entwickelungsgeschichte der Gefäß-Kryptogamen bewiesen. Dieselben pflanzen sich nämlich aus der Spore (einem aus einer einzigen Zelle bestehenden staubähnlichen Sämchen) durch Vorkeime fort. Nach Hofmeister's und Schacht's Untersuchungen beginnt die entlassene Spore der Farnkräuter nach etwa drei bis vier Wochen zu keimen, indem die innere Haut der Sporenzelle die sie bekleidende äußere Haut durchbricht, sich fadenartig gliedert und sich darauf zu einer in der Mitte aus mehrern blattgrünhaltigen Zellenschichten bestehenden Haut, dem Vorkeime oder Prothallium, erweitert. Dieser Vorkeim entwickelt dann an seiner Unterseite zahlreiche, selbst fünfzig bis sechszig Antheridien, d. h. zapfenförmige Hervortretungen mit einfacher Zellwand, in deren Innerm kleine, rundliche Zellen erzeugt werden, von denen jede zwanzig bis dreißig aufgerollte Schwärmfäden in sich birgt. Bei der Reife öffnet sich die Antheridie und entläßt diese Zellen, aus welchen bald darauf die vorn bewimperten, in einem Bläschen endenden Spiralfäden hervorschlüpfen und in lebhafter Bewegung umherwirbeln, bis sie bei dem Archegonium oder Keimorgane anlangen, welches sie befruchten. Dieses Archegonium tritt auf der Unterfläche des verdickten Mitteltheils des Prothalliums hervor. Es ist ein krugförmiges Gebilde, oben geschlossen; in seinem Grunde liegt eine Centralzelle mit dem Keimbläschen. Der Hals des Kruges öffnet sich, die Schwärmfäden dringen hinab und befruchten dieses Keimbläschen, welches

dann durch Zellentheilung zu einer Kugel fortwächst, die, sich differentiirend, nach oben die Stammknospe mit dem Rudimente des ersten Blattes, nach unten die Wurzelanlage entsendet. [5]) Der junge Farn wächst nur vermittels einer Scheitelzelle, das heißt einer an der Spitze des jungen Sprosses befindlichen Zelle, welche etwa zweischneidig (bei Pteris, Polypodium vulgare etc.) oder dreiseitig (bei Aspidium) geformt ist, und aus der sich als aus dem Vegetationspunkte die übrigen Zellen des Gewebes erzeugen. Wie sehr nun auch der Farnwedel durch die Athemöffnungen seiner Unterseite, durch sein Blattgrün, durch Blattaderung und Umriß den Blättern der vollkommenen Gewächse gleich erscheint, so ist er doch durch eine unübersteigbare Kluft von den wirklichen Blattgebilden getrennt. Denn diese haben ein gerade entgegengesetztes Wachsthum; sie entwickeln sich von der zuerst angelegten Basis nach der Spitze hin, während bei den Farn umgekehrt das Wachsthum, wie eben beschrieben, von der Spitze nach der Basis hin ausgeht. Es findet also hier ein ausschließender Gegensatz zwischen zwei Wachsthumsgesetzen statt, wodurch es unmöglich wird, daß ein Farn sich zu einer Phanerogame umbildet. Zugleich ist der ganze Befruchtungs- und Entwickelungsvorgang durch die oben erwähnten Vorkeime ein derartiger, daß eine schroffe Trennung zwischen den Gefäß-Kryptogamen und den Phanerogamen stattfindet, welche letztere auf dem Wege der Befruchtung durch Blüthen vermittels der Stempel und Staubblätter, so wie durch Erzeugung eines in dem Samen enthaltenen Embryo sich fortpflanzen.

Berücksichtigt man außer dieser Trennung des Pflanzenreiches in Kryptogamen und Phanerogamen den Unterschied zwischen den einzelnen Gruppen einer jeden dieser großen Pflanzenabtheilungen, so klaffen auch hier Gegensätze, welche die Annahme einer Umbildung des einen Typus aus dem andern geradezu verbieten. Wie schroff sind die niedern Zellenkryptogamen, nämlich die Algen, Pilze und Flechten, von den Laub- und Lebermoosen getrennt! Hat nicht die Mooskapsel einen Bau, durch den sie sich von den Flechten-Apothezien so durchgreifend unterscheidet, daß ein Ueberspringen der einen Form in die andere nicht denkbar ist? Durchaus unverbunden und in sich vollendet stehen die Schachtelhalme unter den Gefäß-Kryptogamen da. Die nacktsamigen Gewächse, nämlich die Cycadeen und Nadelhölzer, unterscheiden sich wesentlich sowohl von den Kryptogamen, als auch von den bedecktsamigen Phanerogamen. Die Monokotyledonen (z. B. Palmen, Gräser, Orchideen) zeigen hinwieder einen Grundplan, eine Anlage der Blattspurstränge und eine Bildung der Gefäßbündel, wodurch sie einerseits von den Gymnospermen und anderseits von den eigentlichen Dikotyledonen strenge gesondert sind.

---

[5]) C. Berthold, die Gefäßkryptogamen Westfalens. Brilon 1865.

Wenn man außerdem das Gewächsreich auf seinen jetzigen Bestand hin prüft, so kann in der That kein einziger Fall festgestellt werden, in welchem eine Ordnung in die andere, eine Familie, eine Gattung, eine Art in eine ihr nahestehende, geschweige denn in eine fernstehende sich umformte. Nur unwesentliche Aenderungen kommen vor, und zwar in der Bildung der Varietäten und Bastarde; doch ist das Entstehen derselben in der Natur ein sehr begrenztes. Die Spielarten aber, welche von der Kunst hervorgebracht wurden, etwa die des Kohls und des Kernobstes, beweisen geradezu, daß der Umwandlungsfähigkeit enge, unüberschreitbare Grenzen gesteckt sind. Je weiter nämlich die Organe von dem ursprünglichen Typus abweichen, etwa durch Fleischigwerden der Blüthentheile, um so mehr verliert die Varietät das Vermögen der Fortpflanzung, und überdies schlagen solche Umbildungen, sobald die künstliche Pflege aufhört, in die wilde Stammart zurück. Die Bastarde zeigen ganz vorwaltend das Gepräge der einen von den beiden sie erzeugenden Arten; die Eigenthümlichkeiten beider vermischen sich nicht zur Hervorbringung einer eigentlich neuen Art. Wenn aber die Darwinianer zu der Annahme ihre Zuflucht nehmen, daß die Umbildung der Arten in der Vorzeit geschah, so muß mit Entschiedenheit entgegnet werden, daß noch jetzt eine unübersehbare Menge der unvollkommensten Gewächse selbst von jener Einfachheit besteht, welche die Anhänger der Transmutations-Theorie bei ihren Erstlingspflanzen voraussetzen. Warum haben diese Gewächse denn nicht an der Umbildung ihrer Genossen Theil genommen? Weshalb bestehen sie unverändert unter denselben Verhältnissen mit andern wesentlich von ihnen verschiedenen Pflanzen? Würde nicht, wenn die Umbildung der einen Art zu einer andern die Tendenz der Pflanzenwelt wäre, das allmälige Endergebniß statt einer Vermehrung, vielmehr eine Verminderung der Arten gewesen sein, indem die am geringsten und mangelhaftesten ausgestatteten Arten allmälig erloschen und die besser ausgerüsteten erhalten geblieben wären? Weshalb trat denn nicht bei einem solchen fortgesetzten Aufhebungsprocesse der bestehenden Formen die Folge ein, daß schließlich das ganze Gewächsreich auf wenige oder gar auf eine einzige außerordentlich begabte Art wie in einem Sammelpunkte sich zuspitzte? Die Darwinianer nehmen ja ohnehin für die von ihnen vorausgesetzten Entwickelungen unermeßliche Zeiträume in Anspruch; aber selbst diese Unermeßlichkeit rüttelt nicht an der unübersehbaren Vielfachheit der Arten, deren manche nachweislich schon seit den Perioden der Urwelt feststehen [6]). Die Fossilien selbst beweisen die feste

[6]) Wir möchten sogar die in der rheinisch-westfälischen Kohlenformation vorkommende Alethopteris, die wir fossil in Augenschein nahmen, nach ihrem ganzen Gepräge für eine Pteris aquilina halten. — Wir erinnern, daß z. B. das auf Spitzbergen fossil gefundene Taxodium distichum noch jetzt in Nordamerica wächst. Man vergleiche besonders die Tertiär-Flora mit ihren Lorbeeren, Weiden u. s. w.

Begrenzung nicht allein der Haupttypen des Gewächsreiches, welche in der Urwelt dieselben waren, wie die noch jetzt bestehenden: sie bezeugen auch den unwandelbaren Bestand der Arten, welche niemals in einander übergehen, wohl aber wieder aussterben, ohne vorher die Schranken ihres Formgesetzes irgendwie durchbrochen zu haben.

Wenn aber die in der Theorie Darwin's angenommene Umwandlung der Arten hier zunächst im Gebiete des Gewächsreiches durch so viele und entscheidende Gründe widerlegt wird, wenn also eine Entstehung des systematisch gegliederten Artenreichthums durch die planlos wirkende Mechanik physischer Kräfte ausgeschlossen ist, so bleibt als einzig mögliche Erklärungsweise die übrig: daß jener Reichthum durch eine mit Einsicht begabte höhere Macht hervorgerufen wurde, welche die einzelnen Formen so ausgestaltete, wie es den Bedingungen entsprach, unter denen sie ihr Leben bethätigen sollten, daß also die verschiedenen Arten oder Typen eben so viele ursprünglich gewollte Zwecke darstellen.

Zur weitern Durchführung des Beweises der in der Natur herrschenden Zweckmäßigkeit, so wie zur genauern Bestimmung des Inhaltes dieser Zweckmäßigkeit erscheint es geboten, unsere Untersuchungen auf größere Gebiete der beiden Hauptreiche der Organismen auszudehnen, und hier die Spitzen der Entwickelungen hervorzuheben.

Die kryptogamischen Gewächse.

Wir wenden zunächst unsern Blick auf die erste Hauptabtheilung des Pflanzenreiches, auf die kryptogamischen Gewächse, aus denen wir zuvörderst die vollkommenste Abtheilung herausgreifen, weil eben bei den am höchsten ausgebildeten Pflanzen sich auch die Zweckmäßigkeit am deutlichsten ausgestaltet.

Die Untersuchungen, welche wir über die Gefäß-Kryptogamen anstellten, brachten uns zu der Ueberzeugung, daß die gesammte Entwickelung, die ganze Formeneigenthümlichkeit dieser Gewächse sich so zu sagen auf einen einzigen Punkt bezieht, und dieser Punkt ist die Spore, d. h. ein aus einer einzigen Zelle bestehender Samen. Bei den Farnen nun, deren schön gefiederte, blattförmige Wedel uns in unserer Heimath als malerischer Schmuck des Waldbodens und der Felsen auffallen, wird das Laub zur Hervorbringung dieser Sporen benutzt. Die Art und Weise, wie zunächst die jungen Farnwedel in ihrer Entwickelung gesichert wurden, beobachteten wir unter andern bei einem unserer merkwürdigsten und seltensten einheimischen Laubfarne, bei der Struthiopteris germanica, worüber wir in unserer Abhandlung über die

Gefäß-Kryptogamen Westfalens [7]) Mittheilung machten. Wir schließen die dort gegebene Schilderung hier an: „Das senkrechte, ungetheilte Rhizom (d. i. der wurzelähnliche Stamm) der Struthiopteris erinnert durch sein zum Theil oberirdisches Wachsthum, mehr noch durch seinen übrigen Bau an die Stämme tropischer Baumfarne. Es ist von kegelförmiger Gestalt, mit der Spitze nach unten gesenkt und ringsum von den schwärzlichen Stilresten früherer Blattgenerationen panzerartig umschlossen. Der breite Gipfel trägt zwei Ringe grüner Wedel dieses Jahres, die eine Doppelkrone zusammensetzen. Innerhalb dieser, auf dem Mittelfelde des Gipfels, sind die Knospen mehrerer künftiger Jahre verborgen. Trotz ihrer äußerst zarten Beschaffenheit sind sämmtliche Wedelknospen des Gipfels so gut bewahrt, daß ihnen Regen und Sonnenhitze, Frost und Schnee mehrerer Jahre, die sie überdauern müssen, nichts anhaben kann. Sehen wir, wodurch dieses bewirkt ist. Erstens schließen sich die alten Blattstielfüße, die in zusammengedrängten Spiralen um die Stammachse laufen, mit ihren schaufelartigen, auf dem Rücken gewölbten Platten zu einer Ringmauer zusammen, welche den Gipfel des Stammes und dessen Knospen überragt und von den Seiten fest umschließt. Dann haben diese Platten eine Biegung, so daß sie sich oben, wo die Spindel [8]) beginnt, aneinanderneigen und über den Knospen einen Verschluß bilden. Diese seitlich und oben verschlossene Höhlung, in der die Knospen stehen, ist zweitens ganz mit wärmenden Spreuschuppen ausgefüttert; drittens sind die Knospen selbst mit solchen bekleidet; viertens schützen sich die Knospen gegenseitig. Sie setzen nämlich die genannten Spirallinien fort, die sich hier in einem Wirbel zum Mittelpunkte des Gipfels drehen. Selbstverständlich stehen nun die ältesten und größten, mithin die stärksten Knospen zu äußerst in diesem Wirbel und umschließen in einem Ringe mit ihren breiten Füßen von der Seite und mit ihren zusammengedrückten Köpfen von oben die innern Ringe der mittelgroßen, kleinen und kleinsten Knospen, so daß die innersten, die erst als grüne Punkte in einer hellern, fast pulpösen Cambium-Zellenmasse angedeutet sind, von allen Knospenringen zugleich geschützt werden. Die Durchführung der Spirale ist es also, aus der sich hauptsächlich alle diese Vortheile ergeben.

Die Spirallinie tritt ferner auch in der Knospenlage der jungen Wedel hervor, und ist für alle echten Laubfarne gesetzmäßig. Diese Einrollung ergibt sich als ein fünftes Schutzmittel. Die Spitze derselben, noch ganz schlaff und von fast schleimiger Consistenz, befindet sich nämlich im Mittelpunkte der Spirale und um sie winden sich mehrere Umläufe des nach unten immer dicker werdenden Stengels, dessen gewölbter Rücken genau in die

---

[7]) Vergl. S. 13.

[8]) d. i. die Mittelrippe des Wedels, ähnlich dem Stiel eines gefiederten Palmblattes.

Furche der Vorderseite paßt. Die beiden Seiten dieser Rolle sind fest geschlossen, indem die schon jetzt fertigen Fiederblättchen ihre seitlichen Hälften wie Blendladenklappen übereinander schieben, während die Theilblättchen dieser Fiedern sich gegenseitig ihre Fugen verdecken. Auf solche Weise entstehen zu den mehrfachen Rückenwänden noch mehrfache Seitenwände. Zu Anfang des Sommers wickelt sich nun der junge Farn allmälig empor, wobei zuerst die untern, stärkern, dann die schwächern und mittlerweile gekräftigten Theile frei werden."

In anderer zweckmäßiger Weise sind die jungen Knospen des stattlichen Adlerfarn, der in unsern Birkenwäldern selten fehlt, geschützt. Hier muß der Wurzelstock wagerecht durch den oft sehr harten Boden (Lehm) kriechen, und es würde die Knospe, da sie an der Spitze des Wurzelstockes steht, bei der zarten Beschaffenheit der ersten Wedelansätze zerdrückt werden. Um dieses zu verhüten, wurde die Knospe in eine trichterartige Einsenkung verlegt, welche von oben und unten her stark zusammengedrückt und innen mit Spreuhaaren bekleidet ist. Die Mündung des Trichters wird vermittels aufgerichteter, dicht gedrängter, durch erhärteten Schleim verkitteter Spreuhaare vollständig sicher verschlossen, so daß die also befestigte Spitze des Wurzelstockes ihren Weg durch die härteste, dürrste Erde bohrt, ohne daß die so leicht verletzliche Endknospe irgendwie beschädigt wird.

Bei dem Königsfarn (Osmunda regalis) unserer Torfmoore umschließt die äußerste größte Knospe die innern kleinern mit einer mantelartigen, häutigen Verbreiterung ihres Stieles, und von diesen kleinen umschließt wieder die eine die andere, so daß die zarteste Anlage, der Vegetationspunkt der Knospe, ganz in der Mitte steht, durch vielfache Mäntel geschützt. Die ganze Gruppe der jungen Wedel ist zudem durch ein klebriges Filzgewebe derartig verleimt, daß sie zusammen einen durchaus geschützten Zapfen ausmachen, ähnlich wie die Knospe einer Roßkastanie. Alle die einzelnen Wedel liegen in dieser Sammelknospe schneckenförmig eingerollt, welche bei den Laubfarnen typische Form wir schon vorhin als besonders zweckmäßig erkannten.

Zum Schutze der Sporen (Sämchen) aller Laubfarne dienen zunächst die Sporenkapseln (Sporangien), die auf der Unterseite des blattähnlichen Wedels aus dessen Nerven entspringen und welche gewöhnlich in bestimmten Gruppen oder Fruchthäufchen stehen.

Höchst anziehend ist es nun, zu verfolgen, in welcher Weise der Wedel selbst zum Schutze der Sporangien verwandt wird.

Bei dem Adlerfarn (Pteris aquilina) und Rippenfarn (Blechnum boreale) unserer Haiden werden die jungen, zarten Früchtchen durch den umgebogenen Rand der Wedelabschnitte geschützt; bei der Cheilanthus vestita Pennsylvaniens bergen sich die Sporangien unter der kappenförmig übergebogenen Spitze der Wedellappen; bei Davallia solida, welche Forster von

den Freundschaftsinseln heimbrachte, finden sich an den Enden der Wedelabschnitte Behälter ähnlich wie Cigarrentaschen, in denen die Sporangien stecken, während bei Adianthum cuneiforme sich das Laub zu trichterförmigen Büchsen für die Sporenkapseln umbildet.

Daß aber die Farne wie die Kryptogamen überhaupt sich durch Sporen, also durch Sämchen fortpflanzen, welche nur aus einer einzigen Zelle bestehen und kaum die Größe eines Sonnenstäubchens erreichen, auch dieses gibt sich als eine überraschende Zweckmäßigkeit zu erkennen. Nur auf solche Weise ist es möglich, daß ein einziges, kleines kryptogamisches Gewächs Millionen von Sämchen erzeugt.

Entwickelte größere Samen mit einem Embryo, wie Mohnkörner, Erbsen oder Bohnen, würden an einer Flechte oder an einem Moospflänzchen nur in sehr beschränkter Zahl Platz finden können. Nun aber haben die Kryptogamen überhaupt die Aufgabe, die ersten Ansiedelungen des pflanzlichen Lebens auf unfruchtbarem Boden zu bilden, wie denn ja auch in der Urzeit gerade durch die Kryptogamen thatsächlich die Bewachsung der Erdoberfläche eingeleitet wurde (besonders in der Kohlenperiode) und wie noch jetzt das nackte Gestein zuerst von Kryptogamen, von grauen Flechten und frisch grünenden Moosen besetzt wird. Deshalb mußte die allseitigste, weiteste Verbreitung der Kryptogamen gesichert werden. Dieses geschah durch die außerordentlich große Leichtigkeit der staubartigen Sämchen und durch deren erstaunlich große Anzahl, so daß dieselben durch atmosphärische Niederschläge und durch schwächere und stärkere Luftströmungen überall hin gelangen, um dort, wo sich ein ihnen günstiges Plätzchen findet, zu keimen und nach und nach den höhern vollkommenern Pflanzen eine Wohnstätte zu bereiten.

Einfach und sinnreich sind die Früchte der Flechten für die Entlassung ihrer Samen, der Sporen, eingerichtet, indem die Sporen hier in elastischen Schläuchen stehen, zwischen welchen große, leere, fadenförmige Zellen (Paraphysen) zahlreich vertheilt sind. Wenn nun die Sporenschläuche der Flechten reif sind, fahren die Paraphysen zu wachsen fort und anschwellend üben sie einen solch allseitigen Druck auf die Schläuche aus, daß diese endlich an ihrer obern, mit der Luft in Berührung stehenden Spitze zu explodiren beginnen, wobei die Sporen fast wie aus der Röhre einer Windbüchse hervorgeschossen und den Luftströmungen zur weitern Verbreitung übergeben werden. Höchst eigenthümlich aber ist die Einrichtung, welche die Früchte zahlreicher Laubmoose erhielten. Hier werden nämlich gemeinhin die Sporen in urnenförmigen Behältern mit weit offener Mündung erzeugt und sie füllen als Staub den Innenraum der Urne. Damit nun dieser Staub in dem offenen Behälter nicht verderbe und nur zu einer Zeit entlassen werde, die zu seiner Verbreitung am günstigsten ist, nämlich bei regenlosem und trockenem Wetter, erhielt die Kapsel sehr vieler Arten an

ihrer Mündung einen merkwürdigen Schließapparat aus 4, 8, 16, 32 oder 64 manchfaltig gebauten, streifigen Randzähnen (Peristom), die sich aus breiter Basis allmälig zuspitzen. Diese Zähne biegen sich bei eintretender Feuchtigkeit entweder in der Richtung von Radien über die Capselöffnung und verschließen dieselbe gänzlich, oder sie drehen sich etwa zu einem kegelförmigen Dache zusammen und lassen keine Ritzen zwischen sich. Bei trockenem Wetter jedoch schlagen sich die Zähne entweder völlig zurück, oder sie winden sich in einer Weise, daß Spalten zwischen ihnen entstehen, und jetzt werden die Sporen ausgestreut. Bei einem Felsenmoose, dem Mohrenmoose (Andreaea petrophila und A. Rothii [9]) fanden wir noch eine andere merkwürdige Art des Verschlusses. Hier stellt die Capsel eine von einer Achse durchzogene Hohlkugel dar, welche mit Sporenstaub gefüllt ist. Diese Kugel ist unten und oben an den Polen geschlossen, ihre Schale aber springt in vier meridianartigen Spalten auf, durch welche die Sämchen ausstäuben. Bei eintretender Feuchtigkeit wird dieses Ausstreuen trotz der Reife der Kapsel einfach dadurch verhindert, daß sich die Zellen der Achse strecken, so daß die Pole der Hohlkugel auseinanderrücken und die Kugeloberfläche selbst in die Länge gezogen wird, wodurch sich ihre vier Meridianritzen schließen.

Phanerogamen.

Plan der vollkommenern Pflanze.

Ueber den Kryptogamen stehen, als die zweite große und vollkommenste Abtheilung des Pflanzenreiches, die Phanerogamen.

Der gewöhnlich in Hüllen eingeschlossene Embryo der letztern stellt sich in der Regel dar als ein Erstlingsentwurf einer Pflanze, die auf die nothwendigsten Theile und auf ein geringes Maß zurückgeführt ist, und deren Wachsthumskraft bei dem reifen Samen eine Zeit lang ruhen kann.[10])

Der ausgestreute Same beginnt alsbald in dem für ihn geeigneten Boden unter gewissen, für die einzelnen Pflanzenarten genau bestimmten Verhältnissen, bei einem hinreichenden Maße von Feuchtigkeit, Licht und Wärme, zu keimen.

Schon die Beschaffenheit des Bodens, den die Pflanze höherer Ordnung gemeinhin zum Wachsthum bedarf, nämlich der Humus, zeigt absonderliche,

[9]) z. B. auf dem Brocken und andern höhern Gebirgen Deutschlands.

[10]) Die Ausnahmen von dieser Regel sind durchaus vereinzelt. So haben die Orobanchen (Sonnenwurz-Arten) Keimlinge ohne Keimblättchen; aber auch dies ergibt sich aus der ganzen Einrichtung und Aufgabe dieser Schmarotzergewächse, weil vortheilhaft für das Fortkommen der Arten, als planvoll.

den Bedürfnissen des Pflanzenlebens angepaßte Eigenschaften. „Es gibt," so äußert sich darüber J. v. Liebig [11]), „in der Chemie keine wunderbarere Erscheinung, keine, welche alle menschliche Weisheit so sehr verstummen macht, wie die, welche das Verhalten eines für den Pflanzenwuchs geeigneten Ackerbodens darbietet. Durch die einfachsten Versuche kann sich Jeder überzeugen, daß beim Durchfiltriren von Regenwasser durch Ackererde dieses Wasser keine Spur von Kali, von Kieselsäure, Ammoniak und Phosphorsäure auflöst, daß vielmehr die Erde von allen den Pflanzennahrungsstoffen, die sie enthält, kein Theilchen an das Wasser abgibt; der anhaltendste Regen vermag dem Felde (außer durch mechanisches Wegschwemmen) keine von den Hauptbedingungen seiner Fruchtbarkeit zu entziehen. Die Ackererde hält aber nicht nur fest, was sie von Pflanzennahrungsstoffen besitzt, sondern, wenn Regen- oder anderes Wasser, welches Ammoniak, Kali, Phosphorsäure, Kieselsäure in aufgelöstem Zustande enthält, mit Ackererde zusammengebracht wird, so verschwinden diese Stoffe fast augenblicklich aus der Lösung: die Ackererde entzieht sie dem Wasser. Und nur solche Stoffe werden dem Wasser von der Ackererde vollständig entzogen, welche unentbehrliche Nahrungsmittel für die Pflanze sind; die andern bleiben ganz oder größtentheils ungelöst."

Betrachten wir den Keimling der Pflanze vor dem Beginn seiner Entwickelung, so finden wir ihn bereits für die Zukunft in einer Weise veranlagt, die von einem, der ganzen Entwickelungsreihe vorausliegenden, mit außerordentlicher Einsicht entworfenen Plane zeugt. Schon in dem Stengelchen des jungen, schwachen Pflänzchens sind geraume Zeit vor der Entwickelung der ersten Blätter die Anlagen der Gefäßbündel vorhanden, die bei den vollkommenen Pflanzen feine Bögen mit einem aufsteigenden und absteigenden Schenkel bilden, welche Bögen wie der erste Aufriß einer wunderbaren Architektonik des Baues der Pflanze erscheinen. Von diesem Gefäßbündel-System, von den Blattspursträngen mit ihren Verzweigungen, Verknüpfungen und Ordnungen, ist zuerst das Gesetz der künftigen Blattstellung mit seinen mathematischen Formeln abhängig, und durch diese Blattstellung wird hinwieder die Anordnung der Knospen und Zweige, kurzum der Außenbau der Pflanze bedingt. Die unmittelbare Beobachtung lehrt zudem, daß die durch diesen Grundplan verursachten Stellungsverhältnisse der Zweige und Blätter für die Aufgabe der Blätter durchaus zweckmäßig sind, indem dadurch ermöglicht wird, daß bei den auch noch so reich belaubten Gewächsen jedes einzelne Blatt in seine Lebensquelle, in das Licht und die Luft gebracht wird, ohne den mit ihm an einem Zweig wachsenden Blättern diese Lebensquelle abzuschneiden.

---

[11]) Chemische Briefe II, S. 383.

Aber diese dereinstige Stellung war schon fest bestimmt, ehe überhaupt Blätter vorhanden und die Einflüsse des Lichtes und der Atmosphäre, der Schwerkraft, der Elektricität und anderer physikalischer Agentien auf dieselben möglich waren. Will man sagen, die junge Pflanze erhielt durch Vererbung diese ihre innere und äußere planvolle Einrichtung, so ist dieses allerdings wahr, aber keineswegs eine Erklärung jener Erscheinung; denn es fragt sich dann, auf welche Weise die Stammform jene auf ihre Nachfolger vererbte Einrichtung erhielt. Diese Stammform, und selbst die Urpflanze, wenn man eine solche annähme, müßte ihre Eigenthümlichkeit durch ursprüngliche Veranlagung besessen haben, wenn sie sich anders von innen nach außen entwickelt hat. Das organische Leben wird ja keineswegs aus bloßer Mischung der Materie geschaffen und in eine Form geknetet, die nur der Abdruck physikalischer Einflüsse ist. Nur dann, wenn dies der Fall wäre, und wenn demnach in umgekehrter Weise die Bildung von außen nach innen geschähe, könnte man auch den Bauplan der sogenannten Urpflanzen auf zwecklose, blinde Mechanik zurückzuführen versuchen, ohne dennoch bis zu einer Erklärung des Bildungsvorganges vordringen zu können.

Das junge Pflänzlein, dem in seinem Erstlingsgewebe sein künftiger Beruf also fest vorgezeichnet wird, vergrößert sich bald durch Wachsthum und Erzeugung neuer Theile, welche Bildungen schließlich auf ein Endziel gerichtet sind, nämlich auf die Erhaltung der Art durch die Fortpflanzung.

Wurzel, Stamm und Blätter.

Welche Organe des völlig entwickelten Gewächses auch immer wir betrachten, wir finden, daß sie sämmtlich auf das zweckmäßigste eingerichtet sind.

Mit bedeutender Zugkraft begabt, an ihren wegen der nöthigen Zartheit leicht verletzlichen Spitzen mit Wurzelhäubchen zum Schutze und an ihren Verzweigungen mit aufsaugenden Wurzelschwämmchen versehen, verbreitet sich die Wurzel in der Erde, um das Gewächs zu tragen und ihm aus dem Boden Nahrung zu übermitteln. Tausendgestaltig; je nach der Pflanzenart, schmiegt sich die Wurzel dieser Aufgabe an.

Aus der Wurzel steigt der Stamm empor als Träger und Nahrungsleiter des Gewächses. Er selbst ist für diese Aufgabe befähigt durch ein inneres Gerüst von Gefäßen, die Capillarröhren darstellen, deren Wände durch Verdickungsringe, durch spiralige Fäden oder durch Tüpfel gefestet sind, und die zugleich die Saftströme von der Wurzel empor bis zu den Blättern führen, oder welche die von den Blättern umgebildeten Stoffe zurückleiten. Diese Gefäße, zu Bündeln vereinigt, bilden gleichsam ein inneres Pfeilergerüst, dem sich das übrige Bauwerk, aus Zellen bestehend, anlehnt und die Zwischen-

räume erfüllt. Auch diese Zellen erhielten wieder die verschiedensten Formen und Aufgaben, je nach der Stellung, die sie im Marke und Holze, im Baste und in der Rinde des Stammes einnehmen.

Eine jede Zelle stellt gewissermaßen ein chemisches Laboratorium dar, in welchem die von der Pflanze aufgenommenen Säfte bearbeitet werden, und es findet zudem eine Verbindung der Arbeit zwischen den benachbarten Zellen statt. Auch für diesen Zweck erhielten die Zellen ihre bestimmten Einrichtungen. So bleiben in denjenigen Zellen, deren Wände mit Verdickungsschichten bekleidet sind, feine Oeffnungen in dieser Schicht, welche genau auf die Oeffnungen der Nachbarzelle passen, so daß der Austausch des beiderseitigen Zelleninhaltes stattfinden kann.

Mit genauester Berechnung für die Tragfähigkeit oder Zugfestigkeit ist der Stamm jedes Mal seiner besondern Aufgabe angepaßt, und es zeigen sich hier die verschiedensten Baustile, von der flatternden, schmiegsamen, zähen Ranke bis zu dem möglichst erleichterten Rohr, vom Halm und Krautstengel bis zum schlanken Schafte der Palme und dem Riesenstamm der Laubbäume. In allen diesen und andern Stammformen ist die Vertheilung, die Spannung, die Stärke des Zellgewebes und der Gefäßbündel durchaus den Aufgaben der Pflanzen angepaßt. Die Dynamik und Statik, welche hier herrscht, zeigt sich am auffallendsten bei der durchbrochenen Architektur des Stengels vieler Wasserpflanzen, indem hier ein System von Gerüsten der Gefäßbündel nebst verbindenden Zellen und großen Hohlräumen angewandt ist, so zwar, daß der ganze Innen- und Außenbau durch verschiedene Gewebsspannungen, durch den genau abgewogenen Druck und Gegendruck gesichert ist.

Aus dem Stengel brechen die **Blätter** hervor.

Sie erhielten die Aufgabe, die Kohlensäure der Luft unter dem Einflusse des Lichtes einzuathmen, zu zersetzen, den Kohlenstoff zurückzubehalten, und den Sauerstoff wieder auszuscheiden. Zugleich wirken sie als Verdunstungsflächen und sie bewirken also, daß der von Wurzel und Stamm aufsteigende Saftstrom mit seinen chemischen Arbeiten nicht stockt. Für diese ihre Aufgabe sind die Blätter mit unübertrefflicher Zweckmäßigkeit ausgestaltet, indem sie durchgehends in dünne Flächen zerbreitet und dem Einflusse des Lichtes sowie der Atmosphäre gleichsam ganz bloßgelegt sind. Die Gefäßbündel der Rippen geben in vielfacher Theilung namentlich den dünnen, weichen und großen Blättern den nöthigen Halt und sie leiten zugleich die Säfte in das Blatt. Das Zellgewebe der Blattspreite ist locker gewebt; es ist an der Unterseite der Blätter mit „Mündchen" (Stomaten) besetzt, welche die Luft ein- und ausathmen. Diese von zwei lippenförmigen Schließzellen umgebenen Mündchen oder Poren stehen mit größern Luftlücken des Zellgewebes der Blattunterseite in Verbindung,

und so ist das ganze Blatt durchlüftet wie eine Lunge. Diese Athemöffnungen liegen regelmäßig an der Blattunterseite, denn einerseits darf hier das Gewebe lockerer sein, während die Oberseite des Blattes widerstandsfähiger bleiben muß und deshalb durch ein Pallisadengewebe gefestet ist; dann bleiben die Athemöffnungen an der Unterseite eben geschützter, sie werden hier nicht so leicht durch Regen oder Staub verstopft. Nur in dem Falle, daß ein Blatt häufig seine Stellung wechselt, wie es bei der Zitterpappel der Fall ist, oder wenn es senkrecht steht, wie bei manchen Schwertblättern, finden sich die Stomaten auf beiden Blattseiten. Blätter hingegen, welche auf dem Wasser schwimmen, wie jene der Wasserlilie, haben ihre Athemöffnungen der gewöhnlichen Regel entgegen auf der Oberseite. Es würde sich eine unübersehbare Fülle besonderer Anpassungen ergeben, wenn wir außerdem die Knospenlage, Stellung und Organisation der Blätter bei den verschiedensten Pflanzenfamilien betrachten wollten.

Die Blüthe.

Noch auffallender als das Blatt beweist die Blüthe eine in ihrer Ausgestaltung herrschende Zweckmäßigkeit.

Sie hat die Aufgabe, das Leben der Art fortzupflanzen, und wie schön sie daher auch prangen mag, sie dient nicht so sehr der Gegenwart, als der Zukunft, der sie den reifen Samen verleihen soll. Auch hier erkennen wir also eine Hinwendung aller Theile der Blüthe auf einen großen, allgemeinen Zweck, der im Einzelnen durch eine erstaunliche Menge von Zweckmäßigkeiten der Blütheneinrichtung und der Früchte erreicht wird.

In fester, oft durch Harzüberzüge geschützter Knospe liegen die Blumenblätter sammt den Befruchtungstheilen, und zwar in einer Ordnung, welche gleich dem Grundriß einer Zeichnung einen bestimmten Plan erkennen läßt; in der Art und Weise aber, wie sich die Blumenblätter falten und decken, zeigt sich eine bewunderungswürdige Kunst der Raumbenutzung. Die schwellende Knospe erschließt sich, buntprangend entfalten sich die Kronenblätter dem Lichte; nicht selten bergen sie Honig in ihrem Grunde und sie athmen köstliche Düfte aus. Die Blumenkrone hat zunächst nun die Aufgabe, die innern, zarten Haupttheile der Blüthe, nämlich den Stempel und die Staubgefäße, zu schützen, und dieser Zweck wird auf die mannigfaltigste Weise, aber immer mit Sicherheit erreicht. Die sternförmige Blüthe faltet bei drohendem Regen, bei abendlicher Dunkelheit oder während des Morgenthaues ihre Blumenblätter schützend um die Staubgefäße oder Stempel zusammen und sie kehrt also gleichsam in den Knospenzustand zurück. Andere Blumenkronen stellen die verschiedensten Hohlgefäße, als Krüge,

Flaschen, Glocken, Becher oder Röhren dar und sie halten dadurch von den in ihrem Grunde geborgenen Befruchtungstheilen schädliche Einflüsse ab; noch andere überdecken ihre Stempel oder Staubgefäße mit niedlichen Gewölben, Nischen und Dächern aus Blumenblättern, oder sie umschließen dieselben mit Zäunen manchfach umgeformter Krontheile. Selbst der feine Mehlstaub, oder die Härchen auf dem Blumenblatt haben ihre Bedeutung; ja es leitete gerade ein solch unbedeutendes Nebending, nämlich der Fasern-Besatz auf dem Blatte des Wald-Geraniums, auf die geheimnißvolle Spur, welche zur Entdeckung des Zweckes der verschiedensten Blumeneinrichtungen führte. Der Botaniker Kurt Sprengel, dessen Untersuchungen über die Blüthenform bahnbrechend wurden und an den sich die neuere Forschung gegenwärtig wieder anschließt, bemerkte nämlich, wie am Grunde der purpurnen Kronenblätter des Wald-Geraniums ein Kränzlein von feinen Härchen stand. Der scharfsichtige Forscher, welcher glaubte, daß Gott in seiner großen Schöpfung auch nicht das Kleinste zwecklos geschaffen habe, suchte die Bedeutung dieser Härchen zu ergründen und fand, daß sie dazu dienen müßten, eine Wehr für die Staubgefäße zu bilden, um von dem Blüthenstaube den ihm verderblichen Regen oder Thau abzuhalten.

Als die wesentlichsten Theile der Blüthe ergeben sich erstens der Stempel mit dem Fruchtknoten, worin das Ei, der Anfang des künftigen Samens, erzeugt werden soll, und zweitens das Staubgefäß, welches durch seinen Blumenstaub das am Grunde des Stempelcanals befindliche Ei befruchtet und es dadurch zur Entwickelung fähig macht. Für diesen Vorgang der Befruchtung finden wir nun manche Blüthen zunächst dadurch eingerichtet, daß in ihnen Stempel und Staubgefäße zusammenstehen. Gewöhnlich umringen mehrere Staubgefäße in einem Kreise den im Mittelpunkt der Blüthe befindlichen Stempel und nähern ihm ihre Staubbeutel, ja zuweilen wird geradezu ein Staubbeutel nach dem andern auf den für die Aufnahme des Blumenstaubes geeigneten obern Theil des Stempels, auf die Narbe, gebracht. In den meisten Fällen aber wird eine solche Selbstbefruchtung vermieden, und statt dessen sind die Blüthen derselben Pflanzenart für eine Kreuzung der Befruchtung eingerichtet, welche ungleich vortheilhafter für den Bestand der Arten und in einzelnen Fällen sogar unumgänglich nöthig ist. Auf jeden Fall ist die letztere Befruchtungsart wegen der Trennung der aufeinander zur Befruchtung angewiesenen Blüthen bedeutend erschwert und deshalb sehen wir die verwickeltsten Mittel angewandt, um die gestellte Aufgabe zu lösen. Verhältnißmäßig einfach wird dieser Zweck gegenseitiger Befruchtung erreicht bei den sogenannten „Windblüthen“, das heißt bei denen, deren Blüthenstaub durch die Luft auf die Stempel anderer oft weit entfernter Stempelblüthen derselben Art übertragen wird. Diese Windblüthen haben Staubbeutel, die entweder auf sehr langen, beweglichen Staub-

fäden sich meist über die sehr kleine Blüthe hinausstrecken, oder welche gleichsam an einen Faden aufgereiht in die Luft hinaushängen, wie bei den Kätzchen der Pappeln, Nüsse und Weiden. Zugleich haben die Staubbeutel die Beschaffenheit, daß ihr lockerer und trockener Blumenstaub durch die leiseste Erschütterung der Luft abgestreift und fortgetragen wird, um andere stempeltragende Zweige desselben Stammes oder gar weit entfernt stehender Individuen derselben Art zu befruchten. Durch die Menge des Blüthenstaubes, der ja bei den Nadelhölzern zuweilen die Erscheinung des Schwefelregens veranlaßt, sowie durch die Stellung der Stempel und Staubblüthen und durch den Umstand, daß beide vor dem Erscheinen der Laubblätter an dem noch kahlen Stamme hervorbrechen, wird die Befruchtung gesichert; ein auffallender Schmuck der Blumenkrone wäre hier überflüssig oder gar schädlich, da er die freie Verbreitung des Blumenstaubes verhindern würde.

Andere Pflanzen werden durch Vermittelung des Wassers befruchtet, wie die Vallisneria und Ambrosinia.

Ungleich größer ist die Zahl der „Insectenblüthen", das heißt jener, welche auf die Befruchtung durch Vermittelung der Insecten angewiesen sind, und hier eben zeigt sich in der Anpassung pflanzlicher und thierischer Formen und Thätigkeiten eine solch' durchgreifende, überraschende, von der scharfsinnigsten Berechnung zeugende Zweckmäßigkeit, daß auch kein Fäserchen, kein Farbenfleckchen, keine auch noch so leichte Biegung eines Blumenblattes von dem wunderbaren Plane des Ganzen ausgeschlossen zu sein scheint.

Befruchtung der Blüthen durch Insecten.

Der farbige Schmuck der geöffneten Blüthen, die Hervorhebung der einzelnen auf schlankem Stengel und die Vereinigung mehrerer zu den verschiedensten Blüthenständen dient zunächst dazu, den Insecten, welche mit großem Farbensinn begabt sind, die Blumen weithin sichtbar zu machen und sie zur Befruchtung herbeizulocken. So sind selbst die reichgemischten Farbentinten der Blumen, welche aller Kunst der Maler spotten, nicht bloß als Luxus zu betrachten. Die neuere Wissenschaft will sogar finden, daß die Kleinheit oder die Größe der farbigen Fläche einer Blumenkrone im Zusammenhange stände mit dem Grade der Abhängigkeit von der Befruchtung durch Insecten, so daß Blüthen, welche zwar zum Theil durch Insecten befruchtet werden könnten, aber die doch auch ohne diese Vermittelung durch Selbstbefruchtung gesichert wären, kleinere Kronen entfalteten, als die ausschließlich durch Insectenbesuch bestäubten. [12])

---

[12]) Siehe das Werk: Blumen und Insecten in ihrer Wechselbeziehung dargestellt von Sir John Lubbock. Nach der zweiten Auflage übersetzt von A. Passow. Berlin 1877.

Viele Blüthen erhielten als besonderes Anlockungsmittel der Insecten den Duft; gewöhnlich aber bieten das in den Blüthen befindliche Staubmehl und noch mehr der daselbst vorhandene Honig die Veranlassung zum Besuche der Insecten. Zugleich sind dann diese Blüthen in ihrer Form, sowie in der Stellung und in den Wachsthumsverhältnissen ihrer Befruchtungstheile derart eingerichtet, daß durch diese Besuche die Befruchtung mit bestem Erfolg vermittelt wird. Außerordentliche Schwierigkeiten der Befruchtung zeigen sich hier namentlich bei Blumen von unregelmäßigem Bau, die vielleicht noch gar die Einrichtung manchfaltig gebogener, versperrter Hohlgefäße haben; aber eben bei diesen offenbart sich die Zweckmäßigkeit der Einrichtung in unwiderleglich sicherer und unmittelbar einleuchtender Weise bis zur Handgreiflichkeit. Heben wir zum Nachweise der scharfsinnigsten Anpassung zwischen solchen Blumen und den sie besuchenden Insecten nur einzelne der schlagendsten Fälle hervor, wie sie in neuester Zeit (von Darwin, Hildebrand, Delpino, H. Müller, Hooker, Axell und Lubbock) so zahlreich untersucht und klar gelegt sind.

An verwilderten Rainen und Zäunen wächst stellenweise eine Osterluzei-Art (Aristolochia clematitis), mit großen nierenförmigen Blättern und gelblichen Blüthen, welche letztern die Form eines engen Trichters haben, der an seinem Grunde bauchig anschwillt. In diesem untern Hohlraume auf dem Blüthengrunde steht ein kurzes Säulchen, das auf seiner obern Fläche die Narbenscheibe trägt, an dessen ringförmigem Umfange, aber unterhalb der Scheibe, ein Kreis von Staubgefäßen angebracht ist. Diese sind noch unreif, wenn die Narbe schon reif ist, und erst dann, wenn die Narbe bereits abstirbt und nicht mehr befruchtungsfähig ist, öffnen sich die Staubgefäße und schütten ihren Staub aus. Es ist also unmöglich, daß ein und dieselbe Blüthe sich selbst befruchte. Wie wird indeß die doch nöthige Befruchtung vollzogen? Hierfür sind verschiedene kleine Mücken, z. B. die Tipula pennicornis, Scatopse soluta und ähnliche angestellt, welche die Blüthen der Aristolochia, begierig nach deren Honig, besuchen. Solche Insecten schlüpfen von oben in die enge und lange Blüthenröhre hinein, die an ihrer Innenseite ringsum mit Härchen besetzt ist, deren Spitzen abwärts stehen und also beim Hineinkriechen dem Drucke leicht nachgeben. Gelangt aber das Mückchen in den untern Hohlraum der Blüthe, so ist es gefangen, ähnlich wie eine Maus in der Falle, da die abwärts gekehrten Spitzen der Härchen in der engen Blumenröhre dem zarten schwachen Insect entgegenstarren und es zurückweisen, wenn es seinen Kerker verlassen wollte. Uebrigens findet es in demselben beste Versorgung, nämlich den Honig, der am Grunde der Stempelsäule aus mehrern Grübchen hervor-

Der Verfasser vergleicht die Größe der Blüthen von Geranium pratense, G. pyrenaicum, G. molle und G. pusillum.

quillt. Dieser Nahrung ist indeß das Mückchen bedürftig, da es längere Zeit in seinem Gefängniß verharren muß, nämlich bis dahin, daß die an der Stempelsäule befindlichen Staubbeutel der Osterluzei reifen, und ihren Blumenstaub auf den Gefangenen ausschütten. Erst hiernach beginnen die Sperr-Härchen im Innern der Blüthenröhre zu welken, sie senken sich schlaff herab und lassen den Ausgang frei. Das Mückchen verläßt sein Verließ und fliegt davon. Wenn es nun nach seiner Gewohnheit bald hernach zum Honigsuchen in eine andere noch frische Osterluzeiblüthe schlüpft, wird ihm durch die fischreusenähnliche Einrichtung der Haarbekleidung in der Blüthenröhre der Weg vorgezeichnet, und es muß die gerade jetzt in der Reife befindliche Narbenscheibe streifen. Hierdurch wird der zur Befruchtung nöthige Blüthenstaub, der aus der vorher besuchten Blüthe mitgebracht wurde, auf die Narbe gerathen. Schon einige wenige Körnchen desselben sind zur Befruchtung hinreichend. Alsdann wird das Mückchen wieder in dem Kessel der Blüthe gefangen gehalten, bis auch deren Staubgefäße reifen und es wird später wiederum mit einer Bürde Staubmehl zur Befruchtung einer andern Blüthe entlassen.

Noch eigenthümlicher ist die Befruchtung mancher unserer Wiesenorchideen.

Auf lichten Bergwiesen kalkreicher Hügelgegenden der verschiedensten Gegenden Deutschlands, besonders häufig in Westfalen, wächst eine Orchis (Orchis mascula), die von weitem ungefähr einer Hyazinthe ähnlich sieht; denn sie steht mit üppigen, dunkelpurpurnen Blüthentrauben aus dem kurzen Rasen empor. Uebrigens haben die einzelnen Blümchen unserer Orchis nicht einen regelmäßigen Bau, wie die der erstgenannten Zierpflanze; vielmehr sind die sechs Blättchen der einzelnen Orchisblümchen also geordnet, daß drei nach oben gerichtet, sich zu einer gewölbten, vorn offenen Nische zusammenschließen, während zwei Blättchen am Grunde dieser Nische links und rechts wie Flügelchen abstehen und das dritte größte und breite Blumenblatt gerade mitten vor dem Fuße der Nische wie eine Sitzplatte angeheftet sich abwärts wendet und auf seiner Unterseite sich in einen trichterförmigen „Sporn" fortsetzt. In dem purpurnen Grunde der obern Nische steht nun ein Stempelsäulchen mit dem ihm angewachsenen zweitheiligen Staubbeutel. Die Blüthe kann sich nicht selbst befruchten, denn ihr Blüthenstaub ist an der Stempelsäule oberhalb der Narbe, und zwar in zwei vorn vermittels einer Längsritze gespaltenen Fächern, verschlossen, so daß er nicht einmal gesehen werden kann. Außerdem ist der Blumenstaub zu einer zusammenhängenden Masse verklebt. Es ist also unsere Orchis auf Fremdbestäubung angewiesen, und diese wird in einer höchst merkwürdigen Weise durch Vermittelung verschiedener Arten von Hummeln vollzogen. Die Hummel fliegt auf die Blüthe und findet hier das breite, nach unten gerichtete Lippenblatt und die links und rechts stehenden beiden Seitenblättchen bequem

zum Sitze. Gerade vor dem Grunde der Stempelsäule öffnet sich nun der schmale trichterförmige Honigsporn, dessen unter der Oberhaut befindlicher Saft die Hummel anlockt. Um ihn zu erlangen, muß sie mit ihrem Rüssel das zarte Gewebe der Blatthaut durchstechen. Bei dieser Arbeit drückt sie den Kopf an die Stempelsäule gerade oberhalb der Oeffnung des Honigsporns. An dieser Stempelsäule stehen nun in den zwei erwähnten Fächern die Blüthenstaubmassen, und zwar in zwei eiförmigen Häufchen, die wie eine grünliche wachsartige Masse aussehen. Die mikroskopische Untersuchung weist nach, daß dieses Aussehen seinen Grund in der Vereinigungsweise des Blumenstaubes hat. Die einzelnen Staubkörnchen sind nämlich in zahlreiche Päckchen zusammengewachsen. Jede dieser eiförmig zusammengeballten Staubmassen steht auf einem feinen, fadenförmigen Stielchen in ihrem Fach; dieses Stielchen aber hat an seinem untern Ende ein zartes Beutelchen mit flüssigem Klebestoff. Drückt nun die Hummel den Kopf gegen die Stempelsäule, so muß sie zugleich die gerade dort befindlichen beiden mit Klebestoff gefüllten Beutelchen zerquetschen; es löst sich das Stielchen, der Träger des Blüthenstaub-Bällchens, von dem Beutelchen ab, behält aber an seinem Fuße etwas von dem Klebestoffe und heftet sich damit an der Stirne der Hummel fest. Verläßt nun die Hummel die Blüthe, so zieht sie die also befestigte Blumenstaubmasse aus deren Fach. Diese Staubmasse steht anfänglich auf ihrem Stielchen senkrecht; bald aber, nach 30—40 Secunden schon, welkt das zarte Stielchen und es senkt sich in Folge dessen das Blumenstaub-Bällchen nach unten. Besucht jetzt die Hummel eine andere Orchisblüthe derselben Art, an denen in der Nachbarschaft gewöhnlich Ueberfluß ist, so hat das herabhängende Blumenstaubhäufchen gerade die Lage, die es haben muß, wenn es die Narbe dieser Orchisblüthe streifen soll. Da die Narbe äußerst klebrig ist, hält sie die mit ihr zunächst in Berührung gekommenen Packetchen der Blumenstaubkörner fest und diese reißen sich von der übrigen Blüthenstaubmasse alsbald los, wenn das Staubbeutelchen von der fortfliegenden Hummel zurückgezogen wird [13]). Hier wie in unzähligen andern, ja in allen Fällen, in welchen eine Fremdbestäubung zum Bestande der Art nothwendig wird, sehen wir die Blüthe den sie besuchenden Insecten, den Dipteren oder Hymenopteren, den Käfern, Schmetterlingen und andern Insecten auf das vortrefflichste angepaßt.

Eine Prüfung der beschriebenen Fälle wird uns die Ueberzeugung verschaffen, daß die mechanische Nothwendigkeit, wie man sich dieselbe auch immerhin vorstellen möge, nicht zur Erklärung jener aufeinander angewiesenen Formeigenthümlichkeiten der Insecten und Pflanzen ausreicht. Die Theorie

---

[13]) Siehe: Die Befruchtung der Blumen durch Insecten von Dr. H. Müller (Leipzig Verlag von W. Engelmann 1873), dessen Darstellung wir in den Hauptzügen wiederholten.

Darwin's läßt aus allmäligen ziellosen Abänderungen der Pflanzen und Insecten derartige Anpassungen entstehen, und zwar auf solche Weise, daß die zufällig am meisten passenden Abänderungen am besten erhalten bleiben, sich steigern und vermehren, da sie den betreffenden Organismen Vortheile im Kampfe um das Dasein bieten. Stellen wir uns also vor, daß eine vollendete Anpassung, wie sie in den von uns erwähnten Beispielen vorliegt, nicht von vornherein fertig gegeben wäre. Es würden dann also die einzelnen Formen der Blüthe anfänglich noch nicht in der Weise den Gliedern des Insectes angepaßt gewesen sein, und ebenso würden die auf einzelne Zeitmomente vertheilten Veränderungen der Blüthen-Entwickelung noch nicht mit den einzelnen Handlungen des Insectes in derselben Weise wie später zusammengetroffen sein. Nun aber bilden die unserer Beobachtung jetzt fertig vorliegenden Blüthen und das ihr angepaßte Insect einen solchen Zusammenhang von Formeigenthümlichkeiten und Thätigkeiten, daß es unmöglich scheint, auch nur ein einzelnes Glied aus dieser Kette herauszuheben, oder es umzuändern, ohne zugleich den ganzen Befruchtungsvorgang aufzuheben. Wenn z. B. der Pollensack der Orchisblüthe sich nicht gerade an der Stelle befände, wohin die Stirne der Hummel zu liegen kommt, wenn er nicht in einem bei leichtem Drucke aufspringenden, gespaltenen Fache stände, wenn er nicht ein Klebtröpfchen an seinem Stielchen hätte, wenn dieses Stielchen nicht in einer bestimmten Anzahl von Secunden welkte und sich senkte, wenn der Pollenkörper nicht genau die Länge und wenn die Narbe nicht die Lage und Richtung hätte, daß der Pollensack von der besuchenden Hummel auf die Narbe gebracht werden könnte, wenn vielmehr bei dieser letztern Operation nur ein geringer Bruchtheil eines Millimeters Zwischenraum zwischen den Pollenkörnern und der Narbe bliebe, wenn ferner nicht die Narbe durch ihre papillöse Beschaffenheit und die Pollenkörner durch ihre Vertheilung in leicht abreißbaren Päckchen einander angepaßt wären: so würde eine Befruchtung nicht stattfinden können. Es würden bei dem Fehlen auch nur des scheinbar unbedeutendsten einzelnen Momentes alle andern, auch noch so treffend aufeinander bezogenen Einrichtungen in's Stocken gerathen und erfolglos bleiben, ähnlich wie eine Uhr, wenn bei dem im Uebrigen noch so richtig vertheilten und fein ausgearbeiteten Räderwerk auch nur einzelne der kleinsten Zähnchen nicht ineinandergreifen. Wählen wir ein anderes einfacheres Beispiel. Stellt man sich vor, daß der Saugrüssel einer Blumenbiene noch nicht genau die Länge hat, welche nöthig ist, um mit demselben den im Grunde der Blume befindlichen Honig zu erreichen, oder daß die Blume auch nur durch die geringste Formeigenthümlichkeit, durch eine leise Biegung das Eindringen des Saugrüssels verhindert, so muß, wenn anders das Insect auf die Blume und diese auf das Insect angewiesen ist, das Insect verhungern,

die Blume aber wird unbefruchtet bleiben und keine Nachkommen hervorbringen können. Wenn die Härchen in der vorhin beschriebenen Blumenröhre der Aristolochia in einem auch nur wenige Grade veränderten Winkel ständen, wenn sie nicht gestatteten, daß Insecten in die Blumenröhre drängen, oder wenn sie zwar dieses ermöglichten, aber das eingeschlüpfte Insect nicht absperrten, oder wenn die Pforte des im Grunde der Aristolochia-Blüthe befindlichen Gefängnisses nicht zu ganz bestimmter Zeit durch Senkung der Gitter sich öffnete, so würde wegen der einen minutiösen Lücke weder das Insect noch die Aristolochia, trotz aller übrigen Anpassungen, lebensfähig sein. Es sind allerdings außerordentlich verschiedene Arten der Anpassung zwischen Pflanze und Insect vorhanden; aber eine jede zeigt einen so innigen Zusammenhang aller einzelnen Glieder, daß man sich keines davon aufgehoben oder wesentlich verändert denken kann, ohne folgern zu müssen, daß die auf einander angewiesenen Pflanzen und Insecten alsdann dem Untergange preis gegeben wären. Dieselben konnten nur erhalten bleiben, wenn sie von vornherein für einander gebildet waren. In Wirklichkeit zeigt auch die gesammte Pflanzen- und Insectenwelt durchaus nur solche fertige, vollkommene, wie aus einem Guß entstandene Anpassungen, nirgends aber Andeutungen und Reste mangelhafter Ausgestaltungen oder Spuren eines allmäligen Entstehens.

Die Frucht.

Die Blüthe hat die Aufgabe, durch die vorhin geschilderten, oft so verwickelten Vorgänge der Befruchtung Samen zu erzeugen und hierdurch den Bestand der Art zu sichern. Somit ergibt es sich schon im Großen und Ganzen als eine Zweckmäßigkeit, daß wenigsamige Pflanzen durch ihre Dauer für die Erreichung ihrer Aufgabe gesichert sind, während vielsamige Gewächse eines solchen Schutzmittels nicht bedürfen. De Candolle spricht sich in seiner Physiologie hierüber also aus: „Ich glaube wahrgenommen zu haben, daß die ausdauernden Pflanzen so ziemlich allgemein verhältnißmäßig weniger Früchte ansetzen, als einjährige, und daß in den zur Reife gelangten Früchten ausdauernder Gewächse weniger Samen vollkommen ausgebildet werden, als in den Früchten einjähriger Gewächse. Brogniart's Untersuchungen über die Cistineen berechtigen uns zu der Annahme noch anderer als von der Ernährung hergenommener Ursachen geringerer Samenfruchtbarkeit und läßt uns die übermenschliche Weisheit in den Einrichtungen der Natur erwarten, daß die geschlechtliche Fortpflanzung bei solchen Organismen, deren Existenz weniger Fährlichkeiten ausgesetzt ist, weniger begünstigt sein werde, als bei den Wesen von geringerer Lebenskraft und beschränkter Lebensdauer."

An zweiter Stelle erhielten die Früchte in ihrem gesammten Bau eine Einrichtung, deren Zweckmäßigkeit im Allgemeinen zwar nicht so verwickelt ist, als jene der Blüthen, dafür aber durch ihre Einfachheit um so offenbarer wird. Wenn wir nicht leugnen, daß die verschiedensten Formen von Vasen, Töpfen, Phiolen, Schächtelchen und andern Behältern, wie sie uns zum Gebrauche dienen, zweckmäßig eingerichtet sind, so dürfen wir noch weniger in Abrede stellen, daß auch die unzähligen Früchte, welche sinnreiche und außerordentlich geschmackvoll geformte Gefäße darstellen, durchaus zweckmäßig sind. Zu der meisterhaften Einrichtung dieser Fruchtformen kommt hinzu, daß sie nicht als bloße todte Behälter dienen, wie die Schatullen, welche uns die Kunst zu verschiedenem Gebrauche herrichtet, vielmehr offenbaren die Früchte in ihrem Material, in ihrer Farbe, in ihren Größenverhältnissen und in der Art und Weise, wie sie gestellt sind, wie sie sich öffnen, wie sie den Samen ausstreuen, eine fortgesetzte Reihe von Zweckmäßigkeiten, die in der unübertrefflich passenden Ausstattung der einzelnen Samenkörner ihren Abschluß findet.

Verbreitungsmittel der Samen.

Die Samen der offenbarblüthigen Gewächse erhielten nur in seltenen Fällen durch ihre Kleinheit und Leichtigkeit die nöthige Verbreitungsfähigkeit; sie sind überhaupt im Allgemeinen mehr an engere Bezirke gebunden. Nicht wenige sind dazu bestimmt, ganz allmälig auf einem Gebiete fortzurücken und geschlossene Bestände zu bilden. Bei diesen erhielt auch die Frucht eine hierzu dienliche Einrichtung, wie wir bei der Waldbuche sehen, deren Capseln nicht weit über den Umfang der Krone des Baumes niederfallen und durch die rauhen Auswüchse der Klappen so wie durch die dreikantige Form der Buchecker zum Liegenbleiben bestimmt sind. Die Buche bildet ja auch vorzugsweise Schlußwälder. Andere Pflanzen, die sich truppweise ansiedeln, haben Früchte, die bei ihrem Aufspringen als Schleuderapparate dienen, durch welche die Samen mehr oder weniger weit fortgeschnellt werden. Die Samen der Wasserpflanzen sind für die Verbreitung durch ihr Element eingerichtet. Ein Beispiel dieser Art bietet etwa das hübsche Pfeilkraut (Sagittaria sagittaefolia), welches in unsern Bächen durch seine langgestielten, pfeilförmigen Blätter und seine dreiblätterigen, weißen, innen carminroth gefleckten Blüthen auffällt. Die Samen dieses Gewächses haben eine derartig glatte Oberhaut, daß dieselben nicht von dem Wasser benetzt werden und trotzdem, daß sie schwerer sind als das Wasser, auf der Oberfläche fortgetrieben werden, bis sie nach einiger Zeit

nach dem Schwinden dieser Glätte untersinken und keimen. Andere Samen von Wassergewächsen werden durch Luftblasen eine Zeit lang schwimmend erhalten, so daß sie sich weiter verbreiten können, ehe sie untersinken. Die Samen der Landgewächse werden in manchen Fällen durch die Vermittelung der Thiere verpflanzt, so vor allem verschiedene fleischige Früchte, die zur Nahrung dienen. Sie werden schon durch ihre lebhafte Färbung, wie es bei rothen, gelben und schwarzen Beeren der Fall ist, den Thieren bemerkbar, während die Trockenfrüchte zumeist eine wenig auffallende Farbe haben. Letztere Früchte erhielten zuweilen eine solche Einrichtung, daß sie sich an den Körper der Thiere, die mit ihnen zufällig in Berührung kommen, anheften können. Zu diesem Zwecke wurden die Samen etwa mit stechenden Spelzen und Widerhaken, mit Angeln und Hörnern versehen, welche Auswüchse durch Form und Stellung vortrefflich dazu befähigt sind, den Samen an den Körper vorüberstreifender Thiere anzuheften. Dadurch wird der Samen verschleppt, bis er gelegentlich abfällt und ein Plätzchen zum Keimen findet. Auffallender noch und häufiger als diese Einrichtungen sind die für die Verbreitung durch den Wind getroffenen Mittel: die dünnen, trockenen Randhäute mancher Samen, die einseitigen Flügel, welche eine wirbelnde Bewegung des fallenden Samens veranlassen, und schon bei ruhiger Luft einen schrägen Fall bewirken, die doppelten und mehrfachen Flügel und die häutigen Fallschirme, durch welche getragen, die Samen im Winde davon getrieben werden. Zahlreiche Pflanzenarten verbreiten ihren Samen durch Haarbewuchs. Dieser kann bei leichten Körnern aus einem einzelnen langen Haare bestehen, zumeist aber sind mehrere Haare schopfförmig am obern Ende des Korns angewachsen, oder sie bilden gar die zierlichsten, leichtesten Federkränzchen. „Immer zeigt die Projection dieser Anhängsel einen Durchmesser, welcher den Durchmesser der kleinen Frucht um das Vielfache übertrifft, und um die Masse recht zu verringern, bildet dieser an der Frucht oder dem Samen angebrachte Tragapparat ein Gitterwerk oder ein Convolut von haarförmigen Gebilden, welches bei dem Umstande, daß die Luft an diesem kleinmaschigen Gitterwerk adhärirt, nahezu dieselbe Rolle spielt, als wäre der ganze Tragapparat aus einer continuirlichen Membran gefertigt." (Kerner.)

Wenngleich nun auch durch diese und andere Mittel die Gewächse dazu befähigt erscheinen, sich sämmtlich über die weitesten Räume zu verbreiten, was bei den Arten mit besteingerichteten Verbreitungsmitteln am schnellsten, bei den ungünstig ausgestatteten zwar langsam, aber sicher im Laufe der Jahrhunderte oder Jahrtausende stattfinden müßte: so zeigt sich doch die Vertheilung der Gewächse hinwieder durch andere Einflüsse, besonders durch die des Klima's und durch die übrigen Wachsthumsbedingungen der Pflan=

zenarten beschränkt und in einer Weise geordnet, welche nicht minder die allseitigste Zweckmäßigkeit erkennen läßt.

Die pflanzlichen Einrichtungen hinsichtlich der geographischen Verbreitung des Gewächsreiches.

Wenn wir den großartigen Plan, welcher in der geographischen Verbreitung der Gewächse vorliegt, in seinen Grundzügen betrachten, so gibt sich hier zunächst eine Anpassung der Gewächse an bestimmte Zonen, dann aber im Besondern eine Einrichtung für begrenzte Oertlichkeiten dieser Gebiete zu erkennen.

Die Gewächse der arktischen und subarktischen Zonen wurden dazu eingerichtet, die größte Zeit des Jahres hindurch das herrschende winterliche Klima, hohe Schneebedeckung, Eis und monatelanges Dunkel unbeschädigt zu überdauern und anderseits die Kürze einer für viele Pflanzenarten sogar auf wenige Wochen beschränkten Vegetationsperiode rasch und sicher auszunutzen. Die hier befindlichen Gewächse sind bei der geringen Triebkraft des Klima's, bei der spärlich zugemessenen Menge des Lichtes, der Wärme und der Nahrung auf die größte Sparsamkeit berechnet: all ihre Wachsthumsorgane sind nach kleinem Maßstabe angelegt. Weil aber wegen der Ungunst der Verhältnisse, wegen der spät eintretenden Wachsthumszeit das Blühen verzögert und bei früh eintretendem Frost und Schneefall gänzlich verhindert werden kann, ergibt es sich als zweckmäßig, daß die meisten Gewächse dieser Gegenden ausdauern, und also in dem einen Jahre nachholen können, was sie in dem andern versäumten. Dauerkraft erhalten sie durch eine starke Verkürzung und Verholzung der Glieder des Stengels, der auf das festeste zusammengeknotet erscheint. Da dieser Stengel sowohl vor dem selbst im Sommer unter der aufgethauten Erdoberfläche bleibenden Grundeise als auch vor der eisigen Luft des Winters sich bergen muß, so kriecht er wagerecht durch die oberste Schicht des Bodens dahin, wo er vor den beiden genannten schädlichen Einflüssen möglichst gesichert bleibt. Die Frühlingssprossen können wegen ihrer Kürze schnell hervortreten, und eben so rasch sind die Laubblättchen wegen ihrer Kleinheit entwickelt. Bei ihrer Vielzahl und ihrem gedrängten Stande bilden sie Rosetten und sie wachsen dazu oft in dichten, moosähnlichen Polstern, wodurch sie sich noch erfolgreicher gegen die feindlichen Angriffe des Klima's sichern. Die Oberfläche der Blättchen ist sehr häufig zähe und straff gewebt, und indem die alten Blätter der Rosette nicht abfallen, sondern vertrocknet als ein dichter Schopf haften bleiben, liefern sie eine wär-

mende Hülle für die neue Laubknospe und die jungen hervorbrechenden Blättchen. Somit stehen bei der ersten Frühlingswärme allenthalben dort, wo nur ein günstig gelegenes Plätzchen von Schnee frei wird, zerstreut die grünen kleinen Blättersternchen und üppigen Laubpolster fertig da, und es ist Zeit für die Entfaltung der Blüthen gewonnen. Der so verwickelte Vorgang der Blüthenentwickelung, der Befruchtung und Samenreife durfte nicht zu spät hinausgeschoben werden, weil die Wachsthumsperiode ohnehin äußerst verkürzt ist. Daher werden bei vielen Polargewächsen die Blüthenknospen schon im Herbst angelegt und sie überwintern sicher durch die früher erwähnten Schutzmittel; der erste Strahl der Frühlingssonne aber erschließt die schwellende Knospe, und die Blüthe steht vollständig da.

Während die Wachsthumsorgane der arktischen Pflanzen auf ein kleines Maß beschränkt sind, darf die Blüthe zu einer verhältnißmäßig ansehnlichen Größe gelangen, und sie erhielt auch den Schmelz lebhafter und reiner Farben, eine Beigabe, welche um so zweckmäßiger erscheint, je mehr bei dem spärlichen Insectenleben jener Gegenden die Blumen weit sichtbar sein müssen, um die weitvertheilten Insecten für die Bestäubung anlocken zu können. Die Schnelligkeit der Entfaltung im Frühjahr ermöglicht es denn auch, daß sehr oft oder gar durchgehends die Frucht während des kurzen Sommers und Herbstes zur Reife gelangen kann.

An die baumlosen Regionen der arktischen Länder schließen sich als Verbindungsglieder zwischen ihnen und der gemäßigten Zone die Nadelhölzer, welche ebenfalls wieder auf das zweckmäßigste für ihre Aufgabe ausgestattet sind. Auch sie haben noch den Kampf mit der langdauernden, strengen Winterkälte zu bestehen; außerdem müssen sie einen verhältnißmäßig kurzen und oft noch dazu zwischen Kühle und Nässe oder übermäßiger Hitze und Dürre schroff wechselnden Sommer benutzen, um allmälig sogar zu Bäumen heranzuwachsen. Zur Lösung dieser Aufgabe erhielten die meisten Nadelhölzer ein grätenartig verfestetes Blatt, die Nadel, deren Vegetationszeit mehrere Jahre dauert, so daß der im Frühjahr und Sommer fertige Nadelbewuchs der Krone nicht allein den Winter überdauert, sondern auch im beginnenden zweiten Frühjahre sogleich die unterbrochene Vegetationsthätigkeit wieder aufnimmt. Noch im Frühjahr des dritten, vierten bis siebenten Jahres sind die Nadeln mancher Arten lebenskräftig, und wenn sie endlich abfallen, sind sie durch zahlreiche neuere Generationen ersetzt. Aehnlich vertheilt sich die Entwickelung der Samen auf mehrere Jahre. Der Holzstamm ist durch die Art seines aus harten, spitzen Tüpfelzellen (Tracheiden) ineinandergekeilten Gewebes, welches eine große Einfachheit mit Festigkeit vereint, so wie durch seinen Harzreichthum in hohem Grade befähigt, dem Klima Widerstand zu leisten.

An die arktischen Länder schließt sich nach Süden das große, pflanzen-

geographische Reich, welches als Waldgebiet des östlichen Continents bezeichnet wird und zu welchem man die der gemäßigten Zone angehörenden Länder des nördlichen und mittlern Europa's und einen großen Theil Nordasiens rechnet. Der Wechsel der vier Jahreszeiten ist in diesem Gebiete, zu welchem auch unsere deutsche Heimath gehört, entschieden ausgeprägt, die atmosphärischen Niederschläge sind auf das ganze Jahr vertheilt; eine feuchte, wolkige Luft und gemilderte Wärme herrscht die größte Zeit des Jahres hindurch vor. Selbst die Hitze und Dürre des Sommers wird öfter durch Regengüsse gemildert, und die Strengherrschaft des Winters durch manchen freundlichen Tag, durch wärmeres Thauwetter unterbrochen. Diesen Verhältnissen ist die Pflanzenwelt auf das trefflichste zugebildet. An die Stelle der durch starre, typische Form gebundenen finstern, schroffen und unwandelbaren Nadelhölzer tritt die Milde und Weichheit des Laubholzes, das sich den Wandlungen und Gegensätzen der Jahreszeit beweglich anschmiegt und die Mannichfaltigkeit der Naturverhältnisse abspiegelt. Mit wässeriger Zartheit sprossen die Blätter im Frühjahr aus den Knospen, ihre Fläche kann bei der vorherrschenden Mäßigung des Klima's dünn und gleichsam der Luft erschlossen bleiben, und es mögen rasch die in die Blattzellen aufgenommenen Säfte wieder verdunsten, ohne daß das Blatt in seinem Bestande gefährdet wird, da ihm weder die Feuchtigkeit des Bodens noch der Atmosphäre fehlt und der Verlust bald wieder ersetzt wird. Dem feuchten, kühlen, aber milden Klima entsprechen auch das äußerst hygroskopische, dunstige Moosgewebe des Waldbodens, dann die große Anzahl saftiger Kräuter mit dünnen, zartfarbigen, leicht hinfälligen Blüthen, und vor allem die Wiesen mit ihren Gräsern, deren dünne Blätter bandartige Flächen bilden. Gegen den Sommer hin verfestigt sich das Gewebe der Baumblätter, damit es der Sonnenhitze Widerstand leisten könne, die zarten Kräuter aber verschrumpfen und an ihre Stelle tritt dann eine Flora von Sommergewächsen mit einem mehr staudigen Wuchs, straffern Stengeln, derbern Blättern und weniger zarten Blüthen, vor allem mancherlei Compositen, die zum Herbst ihre Samenstände reifen. Damit die Pflanzenwelt ungestört den Winter überdauere, sind mancherlei Vorrichtungen getroffen. Die Blätter welken und entfärben sich. Der Nahrungsstoff, der ihnen früher zugetheilt wurde, wird für die jungen Knospen aufgespeichert, die im Winkel des Blattstiels stehen; das alte Blatt wird an seiner Ansatzstelle durch eine neu entstehende Korkschicht abgeschnürt. In festen, mehrfachen Knospenhüllen und oft noch dazu durch eine dichte Bekleidung von Seidenfilz warm gehalten, überdauern die Anlagen der jungen Baumblätter die Angriffe des Frostes, dem das Holz, dessen Saftstrom stockt, durch sein derbes Gewebe und seine trockene, dicke Rindenlage einen kräftigen Widerstand entgegensetzt.

Nicht weniger zweckmäßig ist die Pflanzenwelt des Gebietes der Mittelmeerländer dem Klima angepaßt. Ein gründlicher, hyperboräischer Winter fehlt in diesem Gebiete; vielmehr trat an seine Stelle eine kühle Regenzeit; rasch steigt die Wärme des Frühjahrs, dann aber beginnt ein sengend heißer, langdauernder Sommer mit lechzender Dürre, welche erst durch die Feuchtigkeit des kühlen Herbstes wieder gehoben wird. Diesen Verhältnissen wurden die Gewächse der Mittelmeerländer in der verschiedensten Weise angepaßt. An die Stelle des dünnen, im Herbste abfallenden Laubblattes der nördlichen gemäßigten Zone tritt hier bei den wichtigsten Bäumen das immergrüne Blatt, welches durch die verdickten Wände seiner Zellen, durch feste, glatte Oberhaut und lederartige Zähigkeit gegen die Sommerhitze geschützt ist, und zugleich den Winter überdauert, in welchem rasch die neuen Knospen sich entwickeln. Eine außerordentlich große Anzahl der Gewächse dieser Länder ist durch holzige Beschaffenheit gegen die Hitze gewappnet, wie solches schon durch die auffallend große Anzahl von Bäumen, Sträuchern und Halbsträuchern der Mittelmeerländer bewiesen wird. Selbst diejenigen Pflanzengattungen, deren Angehörige in den gemäßigten Gegenden saftig und krautig bleiben, erzeugen in den Mittelmeerländern vorherrschend holzige Arten. Eine andere Art zweckvoller Einrichtung zeigt sich bei vielen Gewächsen jener Länder in der Entwickelung von Dornen, durch welche namentlich dann, wenn dieselben aus Zweigen entstehen, die Blattbildung möglichst beschränkt und die im Gewächse vorhandenen Säfte möglichst aufgespart bleiben. Aber selbst zarte, saftige Gewächse sind von diesem Klima nicht ausgeschlossen; nur mußten sie der Gluth und Dürre des Sommers möglichst entzogen und so eingerichtet werden, daß sie die ihnen günstige Frühlingszeit sicher und schnell benutzen. Hierzu dient die Zwiebelform, ein Wunder zweckmäßiger Anordnung, indem in den elastischen Schalen derselben die Feuchtigkeit zurückgehalten bleibt, selbst inmitten eines vollständig trockenen Bodens. Im Innern der Zwiebel wird, durch all die zarten Decken und die gröbern Außenhäute geschützt, der Keim frühzeitig ausgebildet und er findet ringsum, wie in einem Magazin, einen außerordentlichen Vorrath von Nahrungsmitteln zu seiner Benutzung aufgespeichert. Da außerdem noch die geradlinig angelegten Gefäße und Zellenreihen der Zwiebelpflanzen, da die Einfachheit der parallelnervigen Blattspreite und der unverzweigten Stengel dieser Zwiebelpflanzen eine sehr schnelle Circulation der Säfte ermöglichen, kann sich Laubsproß, Schaft und Blüthe beim ersten Erwachen des Frühlings, bei der ersten Spende labenden Regens rasch entfalten, und wie mit einem Schlage prangen deshalb Höhen und Thäler vom buntesten Flor der Lilien, Tulpen, Narzissen und des Crocus, der Hyacinthen, des Asphodelos und anderer Monokotyledonen.

Noch bedeutender sind die Schwierigkeiten, welche die Pflanzenwelt in

dem großen Steppengebiete zu besiegen hat, das sich von dem südlichen Rußland rings um den Kaspi- und Aral-See, längs der Ostküste des Schwarzen Meeres, über Kleinasien, Syrien und Palästina erstreckt und die Länder Asiens um den Balkasch-See nebst der Gobi umfaßt. Im Vergleich zu den durch das Becken des Mittelmeers temperirten Halbinseln Süd-Europa's und zu den schmalen Küstenstrichen der Levante, Syriens und Nordafrica's ist das Klima jener Steppen ein maßloses in seinen schroffen Gegensätzen unbändiger Hitze, völliger Dürre, so wie schneidender Winterkälte. Ein Baumwuchs ist auf der offenen Steppe nicht mehr möglich, aber um die übrige Pflanzenwelt aus dem einen Jahre in das andere hinüber zu retten, sind die verschiedensten Mittel angewandt. Bald bestehen sie in dem Natriumsalze, welches dem Zellsaft vieler Steppenpflanzen beigemischt ist und die Verdunstung desselben verlangsamt, bald in fleischiger Bildung der Stengel, Zweige und Blätter, welche durch eine festgeschlossene Oberhaut gepanzert sind (Halophyten), bald in reicher Haarbekleidung (Wermuth) oder in Dornbildung (Tragantbe). Selbst die Gräser rollen ihre Spreite ein und werden borstig und stechend, um die auf der Blattunterseite befindlichen Athemöffnungen zu bergen und die Verdunstung zu hemmen. Zahlreiche Steppenpflanzen verkürzen ihre Blätter zu fleischigen Warzen oder kleinen Cylindern; noch andere ziehen dieselben zu kleinen, schmalen Schuppen zusammen, die den Zweigen angepreßt liegen. In manchen Fällen wird sogar die Blattbildung gänzlich unterdrückt, wie bei dem merkwürdigen Saxaul (Haloxylon Ammodendron), einer von den Aral-Gegenden nach Turkestan und bis Persien verbreiteten Chenopodee, die einem grün gefärbten Bündel von Reisern gleicht. „Auf der niedrigen Hochfläche des Ustjurt, zwischen dem kaspischen Meere und dem Aral,“ so berichtet der Pflanzen-Geograph Grisebach, „wird von Basiner ein großes und ziemlich dichtes Saxaul-Gebüsch beschrieben, in welchem Stämme bis zu 8 Zoll Dicke und von 15—20 Fuß Höhe vorkommen, der einzige Wald ohne Blätter und ohne Nadeln, wiewohl grün und blühend, eine Nachahmung der Casuarienform Australiens. Die Aufnahme von Nahrungsstoffen aus der Luft ist hier fast ausschließlich auf die Rindenschicht cylindrischer Zweige übertragen; die Blattorgane sind nur zu einem Becher verbundene Schüppchen, kürzer als eine Linie, und je kleiner die Berührungsfläche mit der Atmosphäre ist, desto geringer wird die Masse der organischen Verbindungen, die aus ihr hervorgehen. Aber in demselben Maße vereinfachen sich auch in diesem Falle die Aufgaben des Baumlebens. Statt der Blätter werden nur Blüthen und Früchte erzeugt, und auch das Wachsthum des Holzkörpers ist in engere Schranken eingeschlossen, als man bei irgend einem andern dikotyledonischen Baume kennt. Es bildet sich nämlich kein gleichmäßiger Jahresring um den Stamm, sondern nur wulstförmig herablaufende und sich bisweilen netzartig verbindende Streifen, die

sich durch die grünliche, in's Braune spielende Farbe von dem an den Zwischenräumen zu Tage liegenden, ältern Holze unterscheiden. Diese Holzstreifen rücken nach oben um so dichter zusammen, je dünner die Axentheile werden, so daß sie an den jüngsten Zweigen in geschlossene Cylinder übergehen. . . . . . Das Holz selbst aber ist von außerordentlicher Härte, das specifische Gewicht übertrifft das des Wassers (1,07); dabei ist die Sprödigkeit so groß, daß man ziemlich dicke Zweige mit der Hand abbrechen kann. Wenn dieser Baum ausgebildete Blätter hätte, bemerkt Basiner, würde jeder Windstoß der Steppenstürme ihn zerbrechen. Man kann hinzufügen, daß der dürre Boden keine belaubte Bäume erträgt, weil der Saft durch die Verdunstung entweichen würde, daß die Blätter, weil sie rudimentär bleiben, wenig Holz erzeugen, und daß dieses Holz um so mehr Festigkeit haben muß, je geringer seine Masse ist."

In manchen Beziehungen erinnern die Steppen an die Wüste.

Die höchst merkwürdigen Gewächse, welche durch die G. Rohlfs'sche Expedition inmitten der libyschen Wüste gefunden wurden [14]), zeigen uns das Räthsel gelöst, wie eine Pflanze es fertig bringt, inmitten der dürrsten Wüste, in steinigem Geröll und Sand ihr Leben zu fristen und es zu überraschend zierlicher Bildung zu bringen. Diese Wüstenpflanzen sind häufig nur wie Gerippe aus tausend und aber tausend starren Gliedern zusammengefügt und blattlos, wie das Calligonum comosum und das Alhagi manniferum, das seine Blüthen unmittelbar aus den Stengelgliedern treibt, oder das ganze Gewächs erscheint aus steifen, kurzen Gliedern und knotenförmigen Blattansätzen oder eiförmigen, sehr kleinen, dicken Blättchen wie aus Schuppen zusammengegliedert (Zygophyllum album und Anabasis articulata). Hinwieder lösen sich andere Arten in eine Unzahl von kleinen, starren Zweigen, von Dornen und kleinen festen Blättern auf (Fagonia arabica), welche letztere selbst wieder oft die Form von Dornen annehmen können, so daß der Strauch wie ein Conglomerat von Stacheln aussieht (Cornulaca monacantha). Durch diese Mittel wird die Verdunstungsfläche außerordentlich beschränkt, das ganze Gewächs sprießt unglaublich langsam, gewissermaßen von vorn herein schon getrocknet empor und es erhält durch sein festes, enges Gewebe eine außerordentliche Dauerkraft. Ebenso zweckmäßig als absonderlich sind die Mittel, durch welche für die Erhaltung und Fortpflanzung der Wüstengewächse gesorgt ist. So hat die bekannte Jericho-Rose (Anastatica hierochuntica), ein kleiner Kreuzblüthler, die Eigenschaft, daß sie bei der Reife eintrocknet und sich kugelförmig einrollt; aber die Dürre bewirkt, daß die Samenschälchen geschlossen bleiben. In diesem vertrockneten

---

[14]) Vergl. „Drei Monate in der libyschen Wüste. Von Gerhard Rohlfs. Mit Beiträgen von P. Ascherson, W. Jordan und E. Zittel." Cassel, 1875.

Zustande wird das äußerst leicht zu entwurzelnde, im Sande aufliegende Gewächs vom Winde fortgetrieben. Dem Gewächse ist aber ein Schleimgehalt beigegeben, weshalb es jede Feuchtigkeit begierig aufsaugt. Sobald es daher an eine feuchte Stelle kömmt, quillt der Schleim auf, es wird scheinbar von neuem belebt, und das Anschwellen des Schleimes bewirkt, daß die bisher geschlossenen Schoten ihre Samen entlassen, zu einer Zeit und an einer Stelle also, wo sich die Bedingungen zum Wachsthum finden.

In anderer Weise verbreitet sich die in der Sahara häufige Mannaflechte (Parmelia esculenta), welche nur lose dem Boden anhaftet, in trockenem Zustande leicht in Stücke bricht und vom Winde weit verstreut wird. „Die Betrachtung solcher Wanderungen von Pflanzen," bemerkt Grisebach in seinem trefflichen Werke über die geographische Vertheilung der Pflanzen, „hat den Reiz, der stets mit der Einsicht in das zweckmäßigste Zusammenwirken organischer und unorganischer Naturkräfte verbunden ist. Oeffnete die Anastatica, wie andere Pflanzen, ihre Früchte durch Saftverlust, so wäre die Ausstreuung ihrer Samen auf dem wasserlosen Boden vergeblich. Wäre die Mannaflechte, gleich andern Steinlichenen, fester angewachsen, so würde sie vielleicht in der herrschenden Dürre zu Grunde gehen. In ihrer Beweglichkeit aber gelangen diese Pflanzen an die weit entfernten Orte, wo eben Thau oder andere Feuchtigkeit ihre Entwickelung zuläßt, und so gebraucht die Natur einfache, aber sichere Mittel, die Organisation den ungünstigsten Verhältnissen anzupassen."

„Viele Holzgewächse des dürren Nubien erhielten die Eigenthümlichkeit, daß sie vor dem Beginn der Regenzeit ihre Blüthen entfalten, indem sie also von den letzten Säften des Stammes zehren, während die Blattknospen noch gegen die Sonnengluth fest verschlossen sind, als beseele die Pflanze eine Kraft, die voraussieht, daß die schwellende Frucht mehr Feuchtigkeit bedarf als die Blume, oder damit der gereifte Samen noch zu günstiger Zeit keimen könne. Wenn die Bäume des Nordens vor der Belaubung blühen, kann man sich vorstellen, daß die Blüthen weniger Wärme als die Blattknospen zu ihrer Entfaltung bedürfen. Aber hier haben in der trockenen Jahreszeit dieselben Lebensreize schon lange gleichartig bestanden, und nun erst, da es zweckmäßig ist, öffnen sich die Blüthen."

Welche verschiedenartige Mittel außer den genannten in der Natur angewandt werden, um die Pflanze innerhalb regenloser oder doch nur selten befeuchteter Gebiete zu sichern, beweisen die Cacteen Mexico's, die ihren Saft als ihre Lebensquelle in ihrem Innern bergen und sich durch Blattlosigkeit, durch eine fast lederartige Oberhaut gegen die Verdunstung schützen; dann die Aloes, die cactusähnlichen Wolfsmilchgewächse und die Mesembryanthemen Africa's, zu denen die unverwelklichen Strohblumen, Immor-

tellen, den Gegensatz bilden. Bei den Eucalypten und Proteaceen Australiens ist die Blattfläche sogar senkrecht auf die Schneide gestellt, um also den Sonnenstrahlen eine möglichst geringe Angriffsstelle zu bieten.

Wenn die Wüstenpflanzen auf eine ausnehmend große Sparsamkeit angewiesen sind, so kann das Pflanzenreich inmitten der durch die stete hohe Wärme, durch überflüssige Feuchtigkeit und Energie des Lichtes begünstigten Tropengegenden gleichsam nicht genug Organe entfalten und erschöpft sich in der Bildung der verschiedensten Arten, die oft auf kleine Räume in unendlicher Manchfaltigkeit zusammengedrängt sind, so daß Pflanzen auf Pflanzen aufgebaut werden und ganze Geschlechter auf den Kronen der Bäume ein Luftleben führen. Die durch Urwaldwuchs ausgezeichneten Gegenden der Tropen, zu denen das indische Monsungebiet, Mittel-Africa, Mexico, Westindien und vor allem Venezuela, Guiana, die Hyläa des Amazonenstromes, die tropischen Andengebiete und der größte Theil Brasiliens gehört, haben allerdings wieder hinsichtlich des Artbestandes und der Gruppirung der Gewächse eine außerordentliche Verschiedenheit; aber anderseits sind ihnen einzelne hervorstechende Züge gemeinsam, und in diesen offenbart sich eben wieder eine Anpassung der Pflanzen an die Verhältnisse, welche wir durchaus zweckmäßig zu nennen genöthigt sind.

Bei der unaufhörlichen Zufuhr des Wassers durch den Boden und durch den überschwenglichen atmosphärischen Niederschlag, bei der Glühhitze der im Zenith stehenden Sonne, bei der massenhaften Humusbildung tropischer Waldgegenden ist es vielen Bäumen gestattet, es zu einer außerordentlich massigen Kronenentfaltung zu bringen, und dem entsprechend muß auch der Stamm eine vermehrte Stützkraft erhalten. Diese wird bei manchen Arten durch einen tonnenförmig breiten, nicht sehr hohen Wuchs des Stammes, bei andern bedeutend hochstämmigen Bäumen aber durch ein System von Strebepfeilern gebildet, die den untern Theil des Stammes umgeben, in einer Größe, daß unter Umständen der Reisende den Zwischenraum zwischen je zweien solcher Streben als Stallung für sein Pferd gebrauchen kann. In andern Fällen befestigt sich der Baum durch Luftwurzeln, die in verschiedenen Höhen über der Basis des Stammes entspringen und wie schräg gespannte Taue eines Mastbaumes den Stamm allseitig befestigen. Merkwürdig sind in dieser Beziehung die Mangrovebäume, welche am schlammigen Meeresstrand innerhalb des Gebietes der Ebbe und Fluth wachsen. Bei ihnen sind die Luftwurzeln derartig entwickelt, daß der Baum seine laubige Krone wie auf hohen Stelzen sicher über der Fluth emporhebt. Es war bei dieser Baumart (Rhizophora Mangle) aber noch eine andere schwierige Aufgabe zu lösen, nämlich die Fortpflanzung durch den Samen. Wenn dieser unmittelbar von dem Baume in den weichen Schlammgrund der Lagune fiel, die täglich zwei Mal vom Meere überspült wird, so würde der

Same bei der übrigen Einrichtung des Baumes nicht zur Entwickelung kommen können. Er würde, obschon er keinem Wassergewächs angehört, seine Kotyledonen und Blätter dennoch unter Wasser und Schlamm entfalten müssen und die zarten Erstlingswurzeln würden nicht geeignet sein, in dem oft aufgewühlten Boden unter dem Treiben der Fluth sich zu befestigen. Aus diesem Grunde bleiben die Früchte an den Aesten der Rhizophora haften und ihr Same beginnt in der Luft zu keimen. Die Frucht selbst hängt nach unten und schwebt also gerade in einiger Höhe über dem Wasserspiegel. Sie löst sich erst dann vom Stamme, wenn ihr Keimling sich zu einem vollständig jungen Gewächs entwickelt hat, „das wie ein Fahrzeug, welches auf mehrern Ankern ruht," kräftig genug gestützt wird, um der Bewegung der Wellen Widerstand zu leisten.

Bei der ungeheuern Fülle des Waldwuchses, bei dem Reichthum der Arten, mußte die Form und Wachsthumsweise der einzelnen Pflanzen also eingerichtet sein, daß sie ihre Lebensquelle, zunächst das Licht, benutzen konnten. Zu diesem Zwecke erhielten unzählige den verschiedensten Abtheilungen angehörende Waldgewächse der Tropen einen kletternden Wuchs. Vollständig blattlos schlingt sich ihr Stengel gleich Seilen an dem Stamm der Bäume empor, sie schwingen sich von Ast zu Ast, sie verknüpfen sich mit andern Schlingpflanzen und schrauben sich immer höher hinan, bis sie das Laubgewölbe des Waldes durchdrungen haben und zum Lichte gelangt sind, wo sie ihre Blätter, Blüthen und Früchte entwickeln. In den Blattstielschuppen der Palmen, auf der Rinde abgestorbener oder noch lebenskräftiger Aeste der Waldbäume oder aus den Klüften entrindeter Stämme entfalten sich Scharen der Epiphyten, von gefiederten Farnen, von schwertblätterigen, feuerig blühenden Bromelien und von breitblätterigen Aroideen. All' diese Epiphyten dienen nicht selten wieder andern Epiphyten zum Wohnplatz; an die Blätter der größern Ziergewächse schmiegen sich die zartesten Lebermoose und in den Winkeln des breiten, scheidenförmigen Blattstiels der Bromelien, welche mit Wasser gefüllt sind, wächst sogar eine Wasserpflanze hoch oben in der Luft (die Utricularia Humboldti).

Am eigenthümlichsten und wunderbarsten sind wohl die Orchideen für das Luftleben eingerichtet. Sie wachsen schaarenweise auf den Rinden der Bäume, die ihnen zunächst nur als Anhefteplatz dienen, und von hier aus lassen sie ihre langen, fadenartigen, etwas fleischigen Wurzeln in die Luft hinabhängen. Die Luft ist innerhalb der Urwälder so feucht, daß oft am hellen Tage der Wasserdampf wie Nebel zwischen den Stämmen einherzieht. Deshalb trieft bei einer Abkühlung der Luft der ganze Wald von Nässe und hinzu kommen die tropischen Regengüsse. Die parasitischen Orchideen sind nun gleichsam Wassergewächse, „die auf Regentropfen gepflanzt sind". Sie saugen mit den Spitzen ihrer Luftwurzeln die Niederschläge auf; damit

aber die aus der Luft entnommenen, den Pflanzen zugeleiteten und unter Umständen spärlich zugemessenen Säfte der Pflanze nicht verloren gehen, erhielt der Leitungscanal dieser Luftwurzeln eine Bekleidung mit einer Pergamentschicht von Zellen, welche ganz gegen die gewöhnliche Regel in ihrem Innern Spiralfasern enthalten. Durch diese Fasern wird sowohl die Wurzel elastisch erhalten, als auch die Gefahr einer völligen Einschrumpfung beseitigt. Da aber die Nahrungszufuhr namentlich dort, wo eine trockene, heiße Periode mit der Regenzeit wechselt, monatelang gänzlich unterbrochen wird, und lange Pausen im Wachsthum eintreten, so erhielten die Baumorchideen jene oberhalb der Wurzeln stehenden, meist grünen, kegelförmigen Knollen als Nahrungsspeicher. Stirbt dann auch der ganze Laubsproß ab, so wächst bei eintretenden günstigen Verhältnissen wieder ein neuer aus der Spitze des Knollens hervor und schnell entwickelt sich der Blüthenstand, der durch Größe, Pracht und Anzahl seiner Blumen die meisten andern Ziergewächse weit übertrifft.

Damit diese und die andern von dem Boden des Waldes bis in dessen Laubwölbung hinein vertheilten Epiphyten trotz ihrer Menge und drängenden Fülle dennoch die Spende des Lichtes genießen, erhielt das Waldgewölbe selbst zunächst eine Composition, die es geeignet macht, an zahllosen Stellen das Licht durchzulassen. Es sind nämlich die Blätter der Urwaldbäume auf die äußerste Spitze der weit auseinander gesperrten Aeste verschoben, so daß der Innenbau der Krone vom Laube unausgefüllt und dem Lichte möglichst zugänglich bleibt. Gilt dieses von den Laubbäumen, so erhielten noch mehr die monokotyledonischen Bäume, nämlich die Palmen und Pandangs, einen leichten, lichten Bau, indem ihre Kronen, an schlankem Schaft hoch gehoben, von dem Stammgipfel aus strahlig auseinandergespreizt sind. Die leichteste Durchbrochenheit ist also eine der Haupteigenthümlichkeiten des Gewölbes der tropischen Urwälder. Da außerdem die Flächen der meist großen Blätter wegen ihrer lederartigen Beschaffenheit und der glatten Oberhaut das Licht gleich Spiegeln zurückwerfen, da auch die Gewächse des Waldinnern einen durchbrochenen Bau, wie die Farne, oder glatte Blattflächen haben, so dringt das Licht in zahllosen Abstufungen bis in die Tiefe des Waldes hinein, und selbst am Boden bleibt noch so viel Helle, als für die Selaginellen, Aroideen, Maranten und andere Blattgewächse ausreicht.

So finden wir das Waldbild sowohl in seinen einzelnen Zügen als auch in seinem Ganzen von der Wurzel bis zur Krone herrlicher denn das schönste Architekturwerk menschlicher Kunst durch gegenseitige Anpassung aller Theile geordnet und zusammengeschlossen. An eine mechanische Entstehungsweise all' dieser und der verschiedenen andern früher erwähnten Vegetationstypen der pflanzengeographischen Gebiete ist nicht zu denken. Ueberdies bietet

die Pflanzen-Geographie selbst eine Fülle von Thatsachen, durch welche die charakteristischen Formen verschiedener Gegenden als von vornherein gegebene, durch ursprüngliche Veranlagung für ihre Verhältnisse ausgestattete, nachgewiesen werden. Wir begnügen uns damit, nur die eine große entscheidende Thatsache anzuführen: daß die für bestimmte Klimate und Oertlichkeiten getroffenen Einrichtungen der Pflanzen niemals den Stempel der Nothwendigkeit an sich tragen. Die Natur beweist es selbst, daß weder das dünne Laubblatt für die gemäßigten Gegenden, noch das Lederblatt für die heißen nothwendig ist, daß ein Gewächs nicht ein festes, holziges Gewebe haben muß, um den Polarwinter zu überdauern, und daß die Glühhitze der Wüste nicht nothwendig die Bildung von Succulenten oder Dürrgewächsen erheischt. Findet sich doch das immergrüne Lederblatt der Mittelmeerländer auch innerhalb der deutschen Flora, wir erinnern nur an die Stechpalme — Ilex aquifolium — während die Mittelmeergegenden Bäume mit sommergrünem, dünnem Laube aufzuweisen haben, wie die Platane. Neben den stark verholzten Sträuchlein der Polargegenden haben die Moose, trotzdem daß ihre Blättchen nur aus einer einzigen dünnen Zellschicht ohne Gefäße bestehen, ein gedeihliches Wachsthum. Man kann nicht sagen, daß etwa der Laubfall und die Bildung von Winterknospen für die Bäume des Buchen-Klima's n o t h w e n d i g wäre, um Zerrungen und Zerstörungen der Gewebe zu verhindern, wenn man sieht, wie das unglaublich zarte Blättchen eines Lebermooses oder Torfmooses, welches letztere die nordischen Tundren erfüllt, ohne jegliche Zerrungen dem arktischen Froste vielleicht neun bis zehn Monate des Jahres hindurch trotzt. Man darf nicht ein Mal behaupten, daß die Kleinheit der Polargewächse und die Größe der Tropenpflanzen nothwendige Ergebnisse der klimatischen Verhältnisse seien. Besitzen doch die arktischen und antarktischen Meere eine Flora von Tangen, welche an Größe der Exemplare selbst die Urwaldbäume der Tropen übertrifft. Alle jene in der Pflanzenwelt jetzt vorliegenden Einrichtungen können nur als einem Zwecke angepaßte, nicht als durch vorhandene äußere Umstände mit Nothwendigkeit hervorgerufene gelten.[15])

---

[15]) Zahlreiche einzelne Belege für diese Wahrheit bietet das Werk von Grisebach: „Die Vegetation der Erde", welches gegenwärtig als die beste Leistung auf dem Gebiete der Pflanzen-Geographie dasteht. Der scharf prüfende, seinen Stoff mit vollendeter Meisterschaft beherrschende Gelehrte bringt eine Fülle von Beobachtungen, welche vom pflanzen-geographischen Standpunkte aus namentlich gegen den, eine mechanische Entstehungsweise der Organismen behauptenden Darwinismus sich aussprechen. Man vergl. Bd. I, Seite 4, 5, 8, 9, 40, 61, 69, 76, 89, 103, 121, 123, 132, 209, 213 ff., 216, 225, 237, 273, 364, 368, 480, 514, 515, 519, ff. Band II. 27, 69, 99, 140, 198 ff., 232 ff., 250, 252, 282 ff., 305, 354 ff., 386—387, 391, 412, 459, 479, 486, 515, 542.

Pflanzenwelt und Thierwelt.

Richten wir den Blick auf die gesammte Pflanzenwelt, so müssen wir es als unbezweifelbare Thatsache anerkennen, daß dieselbe noch eine große Aufgabe über ihre Grenzen hinaus zu erfüllen hat, indem sie nämlich die Voraussetzung und Grundlage des thierischen Lebens ist. Für den Bestand dieses Thierlebens ist das Pflanzenreich schon dadurch zweckmäßig eingerichtet, daß es durch seine Athmung die Luft für die Thiere athembar erhält. Die Pflanze zieht die Kohlensäure der Luft ein durch ihre Athemöffnungen, die bei blätterreichen Arten sich in außerordentlich großer Anzahl vorfinden.[16])

Unter dem Einflusse des Lichtes wird durch Mitwirkung der Blattgrünkörner (Chlorophyll) in den Zellen die Kohlensäure zersetzt, es wird deren einer Bestandtheil, der Kohlenstoff, in dem Körper der Pflanze gebunden, der zweite Bestandtheil, der Sauerstoff, wird wieder frei und der Atmosphäre zugeführt. Dieser Sauerstoff aber ist es, welchen die Thiere zur Athmung gebrauchen, er wird durch die Lungen zum Blute geführt und bewirkt eine langsame Verbrennung des Kohlenstoffes im Blute, wodurch die thierische Wärme entsteht. Die bei diesem Processe entwickelte, für den thierischen Organismus unbrauchbare Kohlensäure wird dann durch die Athmung wieder ausgestoßen. Denkt man sich die Zufuhr dieser Kohlensäure ununterbrochen während vieler Jahrtausende durch die Athmung der Thiere fortgesetzt und durch Verwesungsprocesse, Exhalationen der Vulcane und andere Ursachen vermehrt, so würde schließlich die Luft derartig mit Kohlensäure gesättigt sein, daß sie für Thiere unathembar würde. Die Thätigkeit der Pflanzenathmung ist also die nothwendige Voraussetzung des Thierlebens; hörten die Pflanzen auf zu athmen, so träte für die Thiere der Erstickungstod ein. Von diesem Gesichtspunkte aus erkennt man, daß in dem Pflanzenwuchs, welcher den Erdball bekleidet, jedes Blättchen seinen Beitrag zu einem allgemeinen großen Zwecke liefert.[17])

---

[16]) Eduard Morren gibt in seiner Abhandlung: Détermination du nombre des stomates etc. Bruxelles, 1864, für einen französischen Quadratzoll der Blattfläche an: bei dem spanischen Flieder (Syringa vulgaris) 160,000 Stomaten; bei dem Oelbaum (Olea europaea) 57,000; bei Viburnum Tinus 90,000; beim Weinstock 13,000; bei der Kohlrübe (Brassica rapa) 63,000, was für ein mittelmäßiges Kohlblatt etwa 11,539,700 Stomaten ergäbe. Das riesige Blatt der Victoria regia hat nach Unger nicht weniger als 1,055,333,8-0 Athemöffnungen.

[17]) Bei einer Schilderung der Urwälder Südamerica's in dem schätzbaren Werke »Nach Ecuador" stellt der Jesuit Joseph Kolberg eine Betrachtung darüber an, wozu wohl diese ungeheuere Masse von Blättern, diese scheinbare Verschwendung von Vegetationskraft diene, und er findet auch hier eine glänzende Bestätigung der Zweckmäßigkeits-Lehre. Er bezweifelt, ob die winzigen Culturpflanzen unserer europäischen Wiesen und Felder die Fähigkeit be-

Doch nicht allein als Athmungsvermittler, sondern auch als Nahrungsquelle bildet das Pflanzenreich die Voraussetzung des Thierreiches. Stellt man sich vor, daß die Pflanzenwelt und mit ihr sämmtliche pflanzenfressende Thiere fehlten, so läßt sich auch der Bestand einer nur auf Verzehrung von Gasen, Mineralien und andern unorganischen Stoffen, so wie auf Fleischnahrung angewiesenen Thierwelt schwerlich denken; aber sehen wir von dieser Möglichkeit oder Unmöglichkeit gänzlich ab: es ist Thatsache, daß auf dem Gewächsreiche der Bestand des Thierreiches in seiner vorhandenen Beschaffenheit und Ordnung beruht, daß ersteres sich auf das letztere wie das Mittel auf einen Zweck bezieht.

Wenden wir nach unserm Ueberblick über eine Reihe hervorstechender zweckentsprechender Einrichtungen der Pflanzenwelt nun an zweiter Stelle unsere Aufmerksamkeit dem Thierreiche zu.

Das Thierreich.

Entstehung des thierischen Lebens. Ausbildung der Arten. Darwin's Theorie.

Als die unvollkommenste Form des thierischen Lebens gilt eine außerordentlich kleine Ansammlung eines gewissen schleimigen Eiweiß-Stoffes, den man Sarkode oder Protoplasma nennt. Die einfachsten Thierchen, die Amöben, bestehen aus einem nur mikroskopisch wahrnehmbaren Klümpchen solcher Sarkode, in der gleichsam sämmtliche Organe unterschiedslos verschmolzen sind, d. h. fehlen; denn dieser Schleim, welcher noch der bestimmten Form entbehrt, vermag sich zusammenzuziehen und auszudehnen, er kann sich durch Ausstülpungen und

sätzen, um die Scheidung der giftigen Kohlensäure ausreichend zu vollziehen. Des Weitern läßt sich der naturkundige Schriftsteller in scherzhafter Wendung vernehmen: Die verbrauchte Luft Europa's wird durch die untern Nordost-Passatwinde gerade nach Südamerica geschafft, und eigentlich sollte man sich daselbst für ein solches Geschenk höflichst bedanken. Allein südamericanische Gutmüthigkeit kennt keine Grenzen: sie läßt ihren großen Urwald, die beste Lebensluft-Fabrik der Welt, fleißig arbeiten, ohne die mindeste Bezahlung zu verlangen, und schickt das reine Fabricat auf den Flügeln des Südwestwindes portofrei nach Europa zurück. Wenn ich Kanzler aller vereinigten südamericanischen Staaten wäre, würde ich nicht ermangeln, von den Einwohnern Europa's ganze Milliarden als „Luftsteuer" zu verlangen und nöthigenfalls mit Hülfe der Bayonnette einzutreiben; denn kein Mensch kann sagen, daß die „Luftsteuer" weniger gerechtfertigt wäre als die „Schlacht- und Mahlsteuer, Salzsteuer, Fenstersteuer" und manche andere Steuer.

Einziehungen weiter bewegen, er vermag andere mikroskopisch kleine Gegenstände zu umgeben, in sich aufzunehmen und zu verdauen. Dieselbe Masse bekundet zugleich Sinnenempfindung, indem wir die Bewegung der Sarkodethierchen durch den Lichtreiz (künstlich auch durch elektrischen Reiz) bestimmt sehen. Diese Thierchen pflanzen sich fort auf dem Wege der Theilung; die Wissenschaft weist die Annahme zurück, daß sie etwa aus der Materie der unorganischen Natur gleichsam heraus krystallisirt, oder durch Gährung, oder auf andere Art daraus erwachsen seien. Gesetzt nun auch, es wäre den Anhängern der mechanischen Naturerklärung und vorab den Darwinianern gelungen, die Verwandlungen der Thiere in gerader Linie nachzuweisen und aus dem Infusorium schließlich ein Rhinozeros zu construiren, so wäre dennoch die bloße Mechanik solcher Verwandlungen nicht dargethan, weil die erste Grundlage des Beweises fehlte. Die unerklärbare Entstehung der ersten thierischen Zelle und die Zweckmäßigkeit in der Entwickelung und Thätigkeit dieser Zelle ließe auch bei bekannter Abstammung aller übrigen Formen die thierische Natur noch immer gleich geheimnißvoll erscheinen. Wollte man diese Schwierigkeit in der Erklärung des Ursprunges des Thierreiches dadurch umgehen, daß man die Thiere aus den Pflanzen herleitete, so würde man sich in neue Unmöglichkeiten verwickeln. Die Herbeiziehung der niedrigsten Organismen, über die man früher zweifelte, ob sie zu den sich selbst bewegenden Algen oder zu den Infusorien gehörten, nützt nicht das mindeste, weil man hier bei genauer Untersuchung sich entweder für die Annahme der thierischen oder der pflanzlichen Natur dieser Organismen entscheiden oder die Sache wegen Mangel an Merkmalen im Unklaren belassen muß. Der einzig namhafte Versuch, eine Verbindung zwischen Thieren und Pflanzen in ahnungsvoller Ferne zu zeigen, wurde von dem Erfinder der modernen Transmutations-Theorie neuerdings angestellt. Darwin hat nämlich ein umfangreiches Buch geschrieben, welches den frappanten, aber keineswegs genau zutreffenden Titel führt: Ueber insectenfressende Pflanzen. Der größte Theil dieses Werkes handelt über den rundblätterigen Sonnenthau (Drosera rotundifolia); der Rest ist der Beobachtung einiger Drosera-Arten, dann der Dionaea muscipula, der Pinguicula vulgaris und einzelner anderer insectenfangender Pflänzlein gewidmet. Obschon nun der englische Naturforscher sein Thema mit einem großen Aufwande von Beobachtungen abhandelt, so muß man doch bei einer auf die Kernpunkte des Beweises gerichteten besonnenen Prüfung sich überzeugen, daß die Untersuchung in Bezug auf die zu lösende Frage einer wesentlichen Verbindung zwischen Thier und Pflanze ohne Ergebniß bleibt. Daß der rundblätterige Sonnenthau, der auf allen feuchten Haiden Norddeutschlands, sowie in einem großen Theile Englands häufig vorkommt und der Beobachtung eines Jeden zugänglich ist, ebenso wie das dort wachsende Fettkraut, Pinguicula vulgaris, eine wirkliche Pflanze ist, bestreitet

Darwin selbst nicht. Auch ein Laie, der den Sonnenthau mit seinen Würzelchen, mit seinen in einer Rosette stehenden hübschen, röthlich bewimperten Blättchen und mit dem Doppelträubchen seiner weißen Blümchen sammt den fünf Staubgefäßen, dem Stempel und der Samenkapsel nur einfach ansieht, oder der das veilchenblaue, gespornte Helmblümchen des Fettkräutchens pflückt, würde eben so wenig diese Kräutchen für ein Thier ansehen, als er etwa einen hüpfenden Frosch oder einen Sperling für eine Pflanze hielte. Auch die mikroskopische Untersuchung des Zellen- und Gefäßbaues, so wie der Athemöffnungen der Blätter dieser Pflänzchen läßt nichts von thierischem Körperbau erkennen. Das Insectenfressen unseres gefährlichen Sonnenthau's besteht nur darin, daß an den kurzgestielten, schleimigen Drüsen, welche zahlreich auf der Mitte des löffelförmigen Blattes stehen, zunächst ein sich auf das Blatt setzendes Insectchen oder andere kleine Thierchen kleben bleiben; zudem ist dieser Apparat von Drüsen sammt den um den Rand des Blattes stehenden langgestielten Drüsen reizbar, so daß die letztern sich nach einiger Zeit zu dem festgeklebten Gegenstande hinbiegen und denselben unter Umständen einschließen. Nun sondern die Knöpfchen der gestielten Drüsen, welche stets mit einer hellen, klebrigen Flüssigkeit, ähnlich wie mit einem kleinen Thautropfen umgeben sind, einen säuerlichen Saft aus, mit welchem sie das gefangene Insect benetzen, und, wenn es todt ist, dessen Zersetzung bewirken. Alsdann saugen die Drüsen diesen stickstoffhaltigen Stoff auf. In solchem Vorgange besteht das Fleischfressen der Pflanze, und ähnlich verhält es sich mit der Pinguicula, deren Blätter allerdings keine langgestielten, beweglichen Randdrüsen (Tentakeln von Darwin genannt) besitzen, die aber auf der ganzen breiten Blattfläche dicht mit schleimabsondernden Wärzchen besetzt sind, an welchen kleinere Insecten kleben bleiben. Es zeigt sich bei diesem Pflänzlein die Erscheinung, daß sich der Rand des Blattes auf das gefangene Insect biegt und es einschließt. Daß nun die Pflänzlein einer solchen Fleischnahrung wegen ihrer dürftigen Standorte benöthigt seien, wie Darwin meint, widerlegt sich schon dadurch, daß beide stets in Gesellschaft anderer Kräuter, fast immer der Glockenhaiden, vorkommen, welche doch mit der ihnen aus dem Boden zugeführten Nahrung zufrieden sind. Zudem ist es nach unsern Beobachtungen sicher, daß beide Pflänzchen ganz wohl zur Entwickelung kommen, wenn ihre Blättchen unberührt bleiben. Wir trafen schon im Anfang des April die Blättchen des schwimmenden Sonnenthau's (Drosera Anglica, var. natans) der Hauptsache nach entwickelt, während noch alle ihre Randdrüsen fest geschlossen und auf die Oberfläche des kleinen löffelförmigen Blättchens gedrückt lagen. Gegen Ende des April trafen wir die Drosera rotundifolia und Pinguicula vulgaris schon bestens entfaltet, beide mit vollständig ausgebreiteten Blättchen und ausgebildeten Papillen, welche bereits den bekannten Klebesaft ausschieden. Wir zählten

auf einer nur kleinen Fläche von nicht einem Quadratmeter mehrere Sonnenthaupflänzchen und Pinguiculen, deren Blätter vollständig frei von Insecten waren, ohne daß die Pflänzchen hierdurch irgendwie den andern gleichalterigen Exemplaren, die mit Insecten beklebt waren, irgendwie an Gedeihen nachgestanden hätten. Andere Pflänzchen fanden wir, an denen etwa nur ein einziges Würmchen an einem der Blätter des Sonnenthau's oder des Fettkrautes haftete, so daß ein solches Minimum von sogenannter Nahrung auf den üppigen Zustand der Pflänzchen nicht von erheblichem Einfluß sein konnte. Auf jeden Fall steht es also fest, daß eine Fleischnahrung für die Entfaltung beider Pflänzchen durchaus nicht nöthig ist. Füttern doch die Gärtner ihre Dionaea muscipula, die wir oft in Treibhäusern sahen, nicht mit Insecten. Außerdem ist es eine poetische Fiction, von einem Fressen der geschilderten Pflänzlein zu reden; denn ganz abgesehen davon, daß jene Aufnahme von Fleischtheilchen nur eine zufällige ist, abgesehen davon, ob also wirklich hier von einer Nahrung die Rede sein kann, geschieht die Aufnahme der zertheilten Stoffe nicht durch Kauen und Fressen, sondern durch Aufsaugen. Dasselbe wird wohl nur ganz einfach durch die Endosmose bewerkstelligt, indem die dickere Flüssigkeit des mit zersetzten Insectenkörperchen vermischten Schleimes durch die zarte Zellenwand der Drüse in das mit dünnerer Flüssigkeit gefüllte Zellinnere dringt, wie ja in ganz ähnlicher Weise Flüssigkeiten von ungleicher Dichtigkeit, welche durch ein Stück Blasenhaut getrennt sind, durch diese Haut mit einander in Verbindung und Austausch treten. Doch selbst dann, wenn genannte Pflanzen thierischer Nahrung bedürften, und auf einem ungewöhnlichen Wege aufsaugten, wäre durch diese Eigenthümlichkeit nicht bewiesen, daß sich Thiere aus Pflanzen entwickeln könnten. Mit demselben, oder größerm Rechte würde man die Pilze, weil sie durch ihr stickstoffreiches Gewebe dem Fleische der Thiere chemisch verwandt sind, für die Stammeltern der Thiere halten können.

Der weitere Ausbau des Thierreiches aus völlig unerklärten Anfängen wird im Sinne der mechanischen Naturbetrachtung durch deren hauptsächlichste und allein noch Bedeutung beanspruchende Stütze, nämlich durch die Darwin'sche Theorie, dargestellt als ein Hervorgehen der einen Art aus der andern. Als Hauptfactoren dieser Umgestaltungsweise gelten in jener Theorie das Gesetz der Erblichkeit und das Vermögen der Abänderung, das Summiren dieser Abänderungen auf dem Wege der natürlichen Zuchtwahl, das Ueberleben der passendsten Organismen und das Ausscheiden der weniger passenden im Kampfe um das Dasein. Um diese Hypothese durch ein Beispiel zu illustriren, erwähnen wir den Cercoleptes, ein bärenartiges Thier der Urwälder Brasiliens, auf welches der Erforscher des Amazonenstrom-Gebietes, der Darwinianer Bates, aufmerksam machte. Die Cercolepten hatten

nach der Theorie Darwin's ursprünglich wie alle andern ordentlichen Bärenthiere nur einen Stumpfschwanz; da sie aber in den Wäldern Amazoniens auf das Klettern angewiesen waren und in den hohen Baumkronen und auf den schwankenden Brücken der Lianen oft in Gefahr geriethen, mußten diejenigen Individuen, deren Schwanz sich zufällig verlängerte und zur Stütze oder zu einem anfänglich nur wenig kräftigen Festhalten geeignet war, einen Vortheil im Kampfe um das Dasein gewinnen. Diese zufällig aufgetretene Verlängerung, also die erste unvollkommene Anlage eines Wickelschwanzes, wurde auf dem Wege der Vererbung fortgepflanzt; von den Nachkommen aber blieben die Individuen nach dem Verhältniß der Schwanzbildung erhalten, so daß die, welche den längsten, kräftigsten und brauchbarsten Wickelschwanz hatten, als Sieger aus dem Kampfe um das Dasein hervorgingen, während ihre Concurrenten je nach den Verhältnissen der Kürze ihrer Schwänze ausstarben, indem sie beim Klettern die Hälse brachen oder wegen ihres Ungeschicks zur Beschaffung von schwer zu erlangender Nahrung verkümmerten und eine dem baldigen Untergange preisgegebene Nachkommenschaft hinterließen. So wirkte die natürliche Zuchtwahl gewissermaßen wie ein Sieb, durch dessen Löcher die gerade passenden Körner hindurchgelangen, während der grobe Abfall und die verkrüppelten Samen ausgeschieden werden, und letzteres um so besser, je häufiger das Durchsieben wiederholt wird.

Man wird vielleicht vermuthen, daß obiges von den Längegraden des Wickelschwanzes entnommene Beispiel ein Scherz sei; aber man würde sich irren, denn solche und weit weniger glaubhafte Entstehungsgeschichten tragen die Darwinianer mit vollem Ernste vor, wenn es etwa gilt, von einem Schleimthiere (Ascidia) oder von dem Lanzettfischchen (Amphioxus) das Reich der Wirbelthiere bis auf den Menschen herzuleiten. Um nämlich den Zusammenhang in der Kette der auseinandergehenden Thierformen herzustellen, suchte man nach der nothwendigen Mittelform und glaubte gefunden zu haben, daß die Ascidie einen solchen Uebergang zwischen den wirbellosen und den mit einer Wirbelsäule versehenen Thieren bilde. Es wurde angenommen, daß die Larve der einfachen Ascidie sich in den ersten Zeiten nach dem Typus der Wirbelthiere entwickele, und der erwähnte am wenigsten ausgebildete Fisch eröffnete dann die Reihe der eigentlichen Wirbelthiere, die mit dem Affengeschlechte schließen oder eigentlich nicht schließen, denn auch der Mensch wird von dem modernen Prometheus Darwin als ein fortschrittlicher, veredelter Affe kunstgerecht hergestellt. Das ganze, schwindelsteile Gebäude ruht auf der Larve einer Ascidie. Wie es sich mit der Voraussetzung der Wirbelthierähnlichkeit dieser Larve verhält, geht schon daraus hervor, daß aus derselben kein Wirbelthier, sondern ein sehr unvollkommenes Schleimthier hervorgeht. Man muß doch nothwendig vernunft-

gemäß und erfahrungsgemäß aus der vollkommenen Form auf deren Anfang zurückschließen. Uebrigens sind die entwickelungsgeschichtlichen Träume, welche bei der Aufstellung des Stammbaumes der Thiergeschlechter von den Darwinianern für Wahrheit ausgegeben werden, keineswegs etwas Neues; neu ist nur die unverschämte Gaukelei, die gegenwärtig unter dem Namen der Wissenschaft mit solchen Erdichtungen getrieben wird. Es war schon zur Zeit der Herrschaft des Schelling'schen Pantheismus Sitte geworden, zu behaupten, der Mensch durchlaufe in seiner Entwickelung die verschiedenen höhern Thierformen, er sei also nach einander Infusorium, Amphibium, Vogel, niederes Säugethier und endlich Mensch geworden. „Die Naturphilosophie," so äußert sich der Meister in der Entwickelungsgeschichte, K. E. v. Baer, „hatte die Denker gewöhnt, gewisse Aehnlichkeiten anzusprechen und zu behandeln, ohne hervorzuheben, worin die Uebereinstimmung und worin die Differenz liege. Wer erinnert sich nicht solcher Sätze wie: »Baukunst ist gefrorene Musik« und ähnlicher? Dasjenige, was für eine Thierklasse wesentlich und charakteristisch ist, kann von dem Embryo einer andern nie dargestellt werden. Das, was den Fisch zum Fische macht, die Athmung durch die Kiemen, die Vergrößerung der Mittelebene durch Rücken-, Schwanz- und Afterflosse, die Fortbewegung durch das Schlagen des ganzen Leibes nach der Seite, wirkliche Flossen mit ihren zahlreichen Strahlen, kommen nie vor im Embryo der Säugethiere und der Vögel. Ebenso hat der Embryo der Säugethiere niemals das Charakteristische der Vögel, niemals einen hornbedeckten Schnabel, niemals den Flügel des Vogels oder ein Becken, wo die Sitzbeine einem großen Theile der Wirbelsäule anliegen." Hiernach kann unmöglich die Larve der Ascidie zuvörderst nach Art der Wirbelthiere sich entwickeln, was K. E. v. Baer noch zudem ausdrücklich durch anatomische Untersuchung bewies. Sein Widerspruch beruht darauf, daß man das Nervenganglion der Ascidien für homolog mit dem Rückenmarke und Hirn der Wirbelthiere erklärt hatte, was nicht sein könne, da jenes Ganglion auf der Bauchseite liegt.

Von den Gründen, welche gegen die sich auf die bloße Mechanik der Natur berufende Umwandlungslehre in ihrer Anwendung auf die Thierwelt sprechen, können wir unserer Hauptaufgabe gemäß nur die wichtigsten in gedrungener Form zur Stütze der Zweckmäßigkeitslehre vorführen. [18])

[18]) Wir verweisen auf die ausführliche Kritik der Theorie in dem sehr zu empfehlenden Werke: Der Darwinismus und die Naturforschung Newton's und Cuviers. Von Dr. A. Wigand. 3 Bde. Braunschweig 1874 bis 77. Treffend und lichtvoll ist die Abhandlung von Dr. G. Frhr. von Hertling: Die Hypothese Darwin's. Kathol. Studien, V. Heft. Würzburg 1876. Mancherlei Erörterungen über die hier einschläglichen Fragen brachten die letzten Jahrgänge der Zeitschrift „Natur und Offenbarung". Münster. Aschendorff'sche Buchhandlung.

Zuerst steht das zur Genesis der Thierformen herbeigezogene Gesetz der Erblichkeit zu dem Gesetze der grenzenlosen, so wie ziellosen Umänderungsfähigkeit in einem durchaus gespannten Verhältnisse oder gar im entschiedensten Widerspruch. Durch die Vererbung pflanzen sich nämlich unbedingt die wesentlichen Eigenschaften fort; es würde also aus dem Gesetz derselben das Feststehen der Typen folgen, und dieses ist auch thatsächlich in der Natur der Fall. Es ist kein Beispiel bekannt, daß eine Thierart in eine andere überging, daß aus einer Taube ein Falke, oder aus einem Raubthier eine andere nahe verwandte Art, etwa aus einem Fuchs ein Haushund entstand. Alle Versuche, die man in dieser Beziehung anstellte, z. B., indem man Kaninchen in physiologischen Instituten nur mit Fleisch fütterte, bezeugen den festen Bestand der wesentlichen Merkmale. Auch die Thierzüchterei bewies, in welch' enge Grenzen, trotz der zwischen einzelnen nahe verwandten Hausthieren vorkommenden Bastardbildung, die Arten eingeschlossen sind. — Selbst das Variiren der Hausthiere bewegt sich in bestimmten Schranken, indem durch die Abänderung die wesentlichen Eigenschaften nicht aufgehoben werden. Mag der Darwinianer eine Meute sämmtlicher Hunderassen als Mitstreiter in's Feld führen: alle die Spitze und Möpse, die Pudel, Dachshunde und Bulldoggen bis zum zierlichsten Bologneserhündchen sind eben Hunde und als solche leicht kennbar trotz ihrer sonstigen Verschiedenheit.

Bedenkt man aber, daß die Thiere in der freien Natur keineswegs denselben Einflüssen ausgesetzt sind, wie die zum Theil in unnatürliche Verhältnisse gebrachten, künstlich gepflegten domesticirten Thiere, so ergibt sich, daß man aus den in der Thierzucht gemachten Beobachtungen nicht unbedingt auf die in der Natur lebenden Thiere schließen kann. Die Erfahrung beweist, daß letztere viel weniger abändern, daß sie also nicht allein die wesentlichen Eigenschaften, sondern auch die unwesentlichen viel fester behalten. Außerdem steht es fest, daß eine große Anzahl von Veränderungen nicht erblich ist. Es pflanzen sich nämlich nicht die erworbenen, sondern nur die angeborenen typischen Eigenschaften fort. Das Thier, welches zu gewissen Fertigkeiten dressirt wird oder von außen eine Formeigenthümlichkeit erhielt, etwa gestutzte Ohren, verpflanzt diese seine erworbene Eigenschaft nicht auf die Nachkommen. Ferner gibt es noch eine Menge von Eigenschaften, die den Thieren durchaus nichts nützen und für welche also der Grund der Erhaltung durch Anpassung wegfällt. Solches gesteht Darwin selbst zu, und er betont deshalb neuerdings mehr, daß die Eigenschaften aus den Organismen selbst ohne erkennbare äußere Veranlassung entständen oder angeboren würden. Wie könnten endlich die unwesentlichen Eigenschaften sich fortsetzen und summiren, da der Grund ihres Entstehens kein continuirlicher ist, da Abweichungen nach jeder Richtung möglich sein würden, die sich behindern oder gar aufheben müßten.

Professor Huber [19]) beweist auf mathematischem Wege: „Wenn man auch annimmt, daß unter der Zahl von hundert Individuen vier die gleiche Abweichung besitzen — ein gewiß seltenes günstiges Verhältniß — so wird bei freier Paarung diese Abweichung in der nächsten Generation zwar auf mehr Individuen sich ausbreiten, als in der ersten angenommen wurde, in der dritten aber werden nur wenige von demselben vollen Charakter sein, und in der vierten wird derselbe schon ganz schwinden." Zur Widerlegung dieser Schwierigkeit stürzt sich der Darwinismus in neue Schwierigkeiten, indem die alte Hypothese durch eine neue abenteuerliche gestützt wird: durch die Migrationstheorie M. Wagner's, die Probleme auf Probleme häuft. Es wurden nämlich nach dieser Wanderungs-Theorie die in ihrer Entwickelung begriffenen Arten von andern räumlich gesondert und es blieb ihre Originalität eben hierdurch erhalten. Zu diesem Behufe setzt der Migrations-Theoretiker Gletscher, Vulcane und Erdbeben nach Belieben in Bewegung; er läßt Länder untergehen und construirt ganze Archipel von Inseln, um also die Kerkerräume für seine Arten zu beschaffen. Aber lassen wir derartige Utopien als eine Abschweifung von der Hauptfrage bei Seite; denn auch bei räumlichem Absondern müßte von diesen in derartigen Kosmogonien sich ergehenden Zoologen die vorhergehende oder nachfolgende Ausbildung der Arten nach den Gesetzen der Transmutations-Theorie erklärt werden.

Noch mangelhafter erweisen sich die Darwin'schen Abänderungs- und Erbschafts-Gesetze, wenn man betrachtet, was denn alles bei Schaffung der Thiere umzuändern und zu erben war. Da handelt es sich um nichts mehr oder weniger, als um die Ausbildung aller Organe, von den kleinsten Infusorien an bis zum Menschen. Es ist aber unzweifelhaft, daß ein Organ, wenn es noch nicht fertig ist, nichts wirkt; daß also ein Auge, welches etwa nach der Annahme der Umwandlungslehre aus einer mit Wasser gefüllten Hautblase seinen Ursprung nahm und allmälig mit seinen Häuten, Linse und Nerven zusammenwuchs, noch vollständig unbrauchbar war, so lange die Netzhaut oder ein anderer wesentlicher Theil noch fehlte. Dasselbe gilt von allen übrigen innern und äußern Theilen des Organismus, von dem Magen, dem die Speiseröhre und der Darmausgang fehlt, von der Lunge, die noch keine Blutadern und Luftschwämmchen hat, von dem Herzen ohne Kammern mit verschlossenen Schlagadern, von Flossen, die noch nicht zu beweglichen, lenkbaren und ausgespannten Häuten wurden, von Flügeln, die der Federn entbehren, und von Füßen, die ohne Gelenke und Zehen blieben oder mit verkehrter, widersinniger Gliederung noch nicht zum Gehen taugten. Wie nun bei einer Belastung mit solchen Anhängseln

---

[19]) Die Lehre Darwin's, kritisch betrachtet. München 1871.

überhaupt von einer Anpassung die Rede sein kann, die den Thieren in dem Kampfe um das Dasein nützte, das ist vollständig unerfindlich, und somit ergibt sich als die einzig bleibende Möglichkeit: daß die Organe für die Aufgabe einer jeden Thierart durch eine mit Einsicht und Macht begabte höhere Ursache, durch Gott, von vornherein zweckmäßig veranlagt wurden, so daß durch die von jenem Zweck geleitete Entwickelungsgeschichte jede Thierart schon bei ihrem ersten Entstehen ihre vollendete Ausgestaltung erhielt. So entwickeln sich ja noch jetzt die Organe des Fötus, und sogar das Auge bei vollständigem Abschluß des Lichtes für das Licht, und zeigt sich hier in der ganzen Entwickelung die Zielstrebigkeit, während das geborene Thier sofort seine Organe zu gebrauchen versteht. In kläglichster Dürftigkeit aber erscheint die Umwandlungslehre, und sie müßte völlig verstummen, wenn man sie nach historischen Beweisen für ihre Lehrsätze fragt.

„Wirft man den Darwinisten ein," sagt K. E. v. Baer, „daß Cuvier an den Mumien der in Aegypten einbalsamirten Thiere, besonders am heiligen Ibis gar keinen Unterschied von dem jetzt lebenden Vogel dieses Namens, auch nicht in dem kleinsten Knochen, entdecken konnte, was er zur Unterstützung der Unveränderlichkeit der Arten benutzt; daß ferner die Weltgeschichte keinen Uebergang einer bestimmten Thierform in eine andere wesentlich verschiedene nachweisen könne; daß es also der Darwin'schen Hypothese an jeder historischen Bestätigung fehle, — so antworten sie: die Lumperei von viertausend Jahren, welche seit Einbalsamirung der untersuchten Ibismumien verflossen sein mag, genügt nicht, um eine auffallende Verschiedenheit zu erzeugen. Wir fordern dazu Millionen von Jahren, und für die ganze stattgehabte Mutation waren wohl Tausende von Millionen Jahren erforderlich. Man sieht, die maßlosen Zeiträume sind ein sicherer Hafen, in welchen die Hypothese sich flüchtet, um gegen die Forderungen der Bestätigung durch die Zeit gesichert zu sein. Es ist aber die Frage, ob man das Recht hat, in diesen seichten Hafen zu flüchten. Sind alle verschiedenen Thierformen aus wenigen, ganz einfachen Grundformen im Laufe der Zeit geworden, so liegt in der Hypothese selbst kein Grund zu der Annahme, daß die Uebergänge für alle Entwickelungsformen derselben Art gleichzeitig waren, noch viel weniger für verschiedene Arten. Es müßten also ohne Zweifel einige Entwickelungsreihen die Metamorphosen früher durchmachen als andere; und dann ließ sich erwarten, daß auch in den 3—4 Jahrtausenden der documentirten Geschichte bedeutende Umwandlungen vorkommen mußten, daß z. B. auf einer Insel, auf der man nur Ziegen hatte, dieselben sich in Schafe umwandelten oder umgekehrt."

Die Ausflucht, welche der Darwinismus durch Annahme der unendlichen Zeiträume erfand, wird indeß geradezu abgeschnitten durch die Thatsachen der Geologie, denn hier haben wir die Geschichte jener vorausgesetzten

Millionen von Jahren auf gedrängtem Raum in den fossilführenden Schichten vorliegen. Hier geben vor allen die Untersuchungen Barrande's über das Silur von Böhmen Aufschluß, da in dieser Formation ja das erste deutliche Thierleben erscheint. Es zeigen sich hier nun die Typen verschiedener thierischer Organismen-Abtheilungen, die neben einander und gleichzeitig auftreten. Eine geradlinige Reihenfolge des Erscheinens, wie sie von dem Systeme vorgezeichnet wird, gemäß der ganz einfach nach den Sarkodethierchen die Strahlthiere, nach diesen die kopflosen Weichthiere, die Schnecken, die Kruster und so weiter entstanden, ist hier im Silur, sowie in den übrigen Formationen nirgends bemerkbar. Zwischen den Typen der wesentlichsten Thierklassen fehlen die Uebergänge. So erscheinen ganz unvermittelt schon in der ältesten Formation die Fische. Jetzt wie in der Vorzeit führte keine Uebergangs-Art aus dem Reiche der Vögel in das der Vierfüßler. Der Descendenz-Theoretiker wird nun den Mangel an fossilen Beweisstücken eines Ueberganges der einen Thierklasse in die andere dadurch erklären, daß diese Uebergangsformen nicht erhalten geblieben wären, wie denn ja überhaupt die Reihenfolge der in den verschiedensten Formationen hinterlassenen Reste lückenhaft sei. Lassen wir diese Annahme dahingestellt und rechnen wir allein mit der unwiderleglichen Thatsache.

Betrachten wir die Fossilien, wie sie in den großartigen Sammlungen unserer Hauptstädte als Fundstücke, und in den umfangreichen Werken über Paläontologie in den trefflichsten Abbildungen zu sehen sind, so wird schon jeder Laie erkennen, daß hier eine außerordentlich große Anzahl von Fossilien vorliegt, von der jede einzelne Art den Stempel vollendetster Ausprägung an sich trägt. Auf den ersten Blick wird er einen Ammoniten, eine Terebratel, einen schmelzschuppigen Fisch erkennen und die zahlreichen Arten dieser typischen Formen unterscheiden lernen. Sind doch in dem System der fossilen Fauna die Tausende und aber Tausende selbst der niedrigsten Thierformen der Korallen, Enkriniten, Echinoiden, Asterien, Bivalven, Schnecken, Kruster, u. s. w. auf das genaueste unterschieden und durchgehends leicht erkennbar. In ähnlicher Weise plastisch vollendet ist die Ausbildung der höhern Organismen, so daß man die riesigen Mammuthe und Dinotherien, die Megatherien, Höhlenbären und andere Wirbelthiere an den Bruchstücken eines Knochens, an einzelnen Zähnen als Art unterscheiden kann. Diese Thatsache ist vom Standpunkte des Darwinismus durchaus unerklärlich; vielmehr müßten sich, wenn seine Voraussetzungen irgend zu Recht beständen, neben vorkommenden vollendet ausgestalteten und deutlich getrennten Formen um so mehr unausgebildete zwitterhafte Uebergangsformen und mangelhafte Organismen finden, je mehr solcher Mischformen im Verhältnisse zu der ausgeprägten Form möglich sind. Nähme man an, daß nur hundert vollendete Formen vorhanden wären, deren jede eine bestimmte Anzahl von Eigen-

schaften, etwa zehn hätte, durch die sie sich von den andern Formen unterschiede, so ließe sich aus der Summe der also vorhandenen 10 × 100 Merkmale durch wechselnde Combinationen eine geradezu unabsehbare Anzahl von möglichen Zwischenformen berechnen. Man bedenke, welche Menge von Variationen aus den Noten der Octave, welche Unzahl von Wörtern durch verschiedene Zusammenfügung der fünfundzwanzig Buchstaben des Alphabetes entstanden. Es müßte also, wenn die Umwandlungslehre zu Recht bestände, bei der ungeheuern Menge der dann nöthigen Zwischenformen die nothwendige Folge diese gewesen sein, daß die meisten Fossilien aus solchen Zwischenformen nebst verkümmerten, verkrüppelten, verfehlten Gebilden beständen; nun aber vermag der Darwinianer nicht ein Mal ein einziges solcher Beweisstücke beizubringen. Erweist sich mithin die Darwin'sche Theorie als völlig haltlos, und kann also die Entstehung des Thierreiches aus einer bloßen Mechanik der Natur nicht hergeleitet werden, so bleibt als einzige Möglichkeit die teleologische Erklärungsweise, nach welcher das Thierreich von einer zwecksetzenden höhern Macht geschaffen wurde.

Wenn wir nach dieser Erörterung über die Entstehungsweise der Thiere das Thierreich selbst betrachten, so werden wir auch hier mit größter Deutlichkeit Einrichtungen erkennen, die wir nicht anders denn als Mittel zur Erreichung eines Zweckes auffassen können.

Es wird uns hier zunächst die Aufgabe gestellt, diese allgemeine Wahrheit durch Thatsachen, die den Hauptabtheilungen des Thierreiches entnommen werden sollen, nach den verschiedensten Richtungen hin klarzustellen.

Die Strahlthiere.

Einen wichtigen Beitrag für die Lösung unserer Aufgabe bieten uns schon die Organismen der untersten Stufen, von denen wir die Strahlthiere hervorheben wollen, weil sie ein viel deutlicheres Beobachtungsmaterial liefern als die Kleinwelt der Rhizopoden und Infusorien, und zudem eine durchaus hervorragende Stelle in der neuern wissenschaftlichen Zoologie einnehmen.

Selbst dem in den Naturwissenschaften nicht fachmännisch geschulten Besucher unserer Seebäder werden sicherlich schon die eigenthümlichen Seethiere aufgefallen sein, welche, aus durchscheinender Gallerte gebildet, ihrer Form und Größe nach in etwa einem krystallenen, halbkugelförmigen Briefbeschwerer gleichen. Hob unser Badegast eines dieser seltsamen Meergeschöpfe auf, so konnte er leicht bemerken, wie an der Unterseite dieser Gallertscheibe eine Menge von Gallertfransen, nämlich Fangarme, im Kreise um eine im Mittelpunkt der Scheibe befindliche Mundöffnung standen. Durch den beinahe

durchsichtigen Körper schienen die innern Organe mit Deutlichkeit hervor, oft wie bunte Glasemaille von regelmäßiger, strahliger Anordnung. Ward das Thier erst kürzlich von der Fluth am Strande noch lebend zurückgelassen, so vermag es, wenn wir es wieder in das Seewasser setzen, vermittels der Bewegung seiner Fangarme, so wie durch abwechselndes Auf- und Abklappen seiner Gallertscheibe fortzuschwimmen. Diese Gestalt und Bewegung erwarb dem Meerthiere, in welchem wir eine Schirm-Qualle (Meduse) vor uns sehen, bei den Griechen den Namen ἁλιπλεύμων, d. h. Seelunge. Wenn wir den Bau einer solchen vollständig entwickelten Meduse mikroskopisch untersuchen, so finden wir trotz der scheinbaren Einfachheit der Körpersubstanz, die beim Verwesen des Thieres in Wasser zerinnt und nur eine leichte Schleimspur zurückläßt, dennoch ein Ineinandergreifen der verschiedensten anatomischen Elemente. Die Oberfläche des Körpers ist bedeckt mit einem äußern Pflaster-Epithelium, einer aus pflasterförmig flachen, vieleckigen Zellen gebildeten, sehr zarten Oberhaut, die den Körper zusammenhält. Zwischen diesem Gewebe findet sich eine große Anzahl von Nesselzellen, d. h. von Zellen, die, wenn sie berührt werden, eine brennende Wirkung äußern. Die Innenmasse des Körpers besteht aus wässeriger Gallerte, die durch ein großmaschiges Netzgewebe verästelter Zellen gehalten wird. Diejenigen Theile des Körpers aber, welche hauptsächlich zur Bewegung dienen, haben eine einfache oder doppelte Schicht von Muskelfasern, die sich zusammenziehen und strecken können. Wie passend nun auch diese und einzelne andere Elemente des Baues zusammengesetzt sind, so läßt doch nichts mehr die Ausrüstung der Quallen für ihre Bestimmung erkennen, als die Anlage und Einrichtung der oben erwähnten Nesselzellen. Es sind dieses cylindrische oder eiförmige, sehr dünnwandige Hohlkörperchen, in deren Innerm ein gleich einer Sprungfeder spiralig gerollter hohler Faden liegt, der zuweilen in drei Angelhäkchen endet. Solche Nesselzellen stehen häufig zu Nesselknöpfen an den Enden der Fangarme und dicht um die Mundöffnung gesammelt. Die Nesselzellen haben oft eine furchtbare Wirkung durch den in ihrem Innern abgesonderten scharfen Saft. Die Qualle vermag nämlich letztern durch plötzliches Hervorschleudern der eingerollten Fäden zu entladen, sobald sie eine Beute, etwa einen Fisch umschließt, und das Opfer wird trotz seiner Stärke in einem Augenblick vollständig wehrlos, schnell getödtet und kann verzehrt werden. An Stelle der verbrauchten Nesselzellen wachsen andere nach. Die Zahl derselben ist außerordentlich groß. Sie kommen auch bei andern Strahlthieren, z. B. bei den See-Anemonen vor. „In einer Art See-Anemone (Actinia) fand Möbius 500 Millionen Nesselkapseln. Für eine andere Art berechnete er sogar 6450 Millionen, wobei unter den ausgebildeten Kapseln noch die Keime künftiger Nachfolger liegen. Die letztere Zahl ist so groß, daß wir sie nicht fassen können, da ähnliche uns im Leben

nicht vorkommen. Sowohl die Quallen als auch die See-Anemonen gehören zu den sehr wenig entwickelten Thieren. Sie haben keine Spur von einem Kopfe."

Wie außerordentlich sinnreich, ja wie raffinirt spitzfindig und, setzen wir hinzu, wie zweckmäßig erscheint dieser ganze wunderbare Apparat der Nessel-zellen-Batterie, wenn wir uns vorstellen, wie die Qualle bei ihrer gallertigen Beschaffenheit und bei der hierdurch bedingten Schwäche unfähig gewesen wäre, irgendwie eine stärkere Beute zu bewältigen. Kann man sich bei der übrigen Beschaffenheit dieser niedrigen Organismen ein passenderes und zugleich mehr complicirtes und von feinerer Berechnung zeugendes Mittel zur Erreichung der Aufgabe, zunächst der Erhaltung des Lebens dieses mit dem leisesten Druck zerstörbaren Gallertthieres denken? Für die Beute der Qualle hinwieder ist es eine Wohlthat, daß ihr Todeskampf durch die Entladung der Nesselzellen abgekürzt wird. Noch durch eine andere Eigenschaft wird die Brauchbarkeit dieses Brennapparates erhöht, nämlich durch die Ausdehnungsfähigkeit der um den Mund und am Rande der Schwimmscheibe stehenden Fangarme (Tentakeln). Im Atlantischen Ocean kommt eine Qualle vor unter dem Namen die Galeere (Physalia), die einer rosenrothen, unten mit spitzenartigen Franzen behangenen, kaum fußgroßen Glaskugel gleicht. Ueber diese Physalie berichtet H. G. Bronn [20]), daß sie ihre Tentakeln klafterweit nach einer Beute hinausschleudern, daß sie dieselben mit Schlangen-Behendigkeit darum winden, nöthigenfalls bis zu 36 Fuß verlängern und wieder bis auf wenige Zoll einkürzen kann, um die erhaschte Beute an sich zu ziehen. Die Wirkung der Nessel-Schläuche, die sich an jeder berührten Stelle des Körpers der Physalie entladen, und deren Entladung zu vervielfältigen die sich schraubenartig aufrollenden und schlingenden Tentakeln vorzüglich geeignet sind, paralysirt fast augenblicklich allen Widerstand und alle Bewegung des getroffenen Opfers.

Die höher entwickelten Strahlthiere, nämlich die Holothurien, Crinoiden, Seeigel und Seesterne, zeigen bereits eine bis in's Kleinste durchcomponirte, aus unzählbar vielen Kleintheilen auf das regelmäßigste geordnete Architektonik von Platten, Poren und Stacheln. Der Innenbau des Körpers ist bereits in solch manchfaltige, mit ihrer Thätigkeit ineinandergreifende Organe gegliedert, namentlich ist die Bewegung durch eine solche Menge von Stützen und Hebeln vermittelt, daß wir gleichsam eine äußerst genaue und verwickelt gebaute Maschine vor uns haben, in welcher ein Theil für den andern bestimmt ist, während das Ganze einem Gesammtzwecke dient.

Die Aehnlichkeit mit einer Maschine, ja mit einer ganzen Fabrikanlage wird zu einer frappanten, wenn wir etwa den Innenbau eines gewöhnlichen

---

[20]) Die Klassen und Ordnungen der Strahlthiere. Leipzig und Heidelberg 1860.

Seesternes (Astrospecten aurantiacus) mit anatomischem Messer bloßlegen. Es zeigt sich hier namentlich in der überraschendsten Weise eine Anpassung an das Lebenselement des Thieres, an das Wasser, und eine Benutzung der Wasserkraft, indem das ganze Thier von einem Canalbau- (Gastrovaskular-) System durchzogen wird, dessen im Kreise um die Mundöffnung angelegte Hauptleitung (Ringkanal) mit fünf Wassergefäßstämmen in Verbindung steht, die von der Ursprungsstelle bis zur Spitze der fünf keilförmigen Strahlen (Arme) des Seesterns reichen und sich vielfach verzweigen. Dieses Canalsystem steht in der innigsten Verbindung mit Reihen von Blasen, welche die Gestalt einer Doppelflasche (etwa zweier mit der Mündung gegeneinander gestellter und hier in der Mitte verschmolzener Medicinfläschlein) haben und in zwei langen Reihen jeden der Arme des Seesternes erfüllen. Diese Doppelflaschen stehen mit den außen am Körper befindlichen Bewegungsorganen, nämlich mit den Reihen der „Pedicellen" oder „Füßchen" in Verbindung, deren jedes eine geschlossene häutige Röhre bildet. Zahllose Füßchen dieser Art liegen wie ein Zaun von Stacheln zu beiden Seiten einer Furche, welche die Unterseite eines jeden der fünf Arme der Länge nach durchzieht. Jede der häutigen mit Wasser gefüllten Doppelflaschen vermag nun, indem sie sich zusammenzieht, ihr Wasser in das hohle Füßchen (Pedicelle) zu treiben, so daß dieses sich auszustrecken, sich verschiedentlich zu biegen und sich an dem Boden anzusaugen vermag, wodurch die Ortsbewegung des Seesterns vermittelt wird. Die Saugfüßchen (Ambulakren) sind zugleich Tastorgane des Thieres.

Wenn sich hinwieder diese Pedicellen zusammenziehen, so treiben sie ihr Wasser in die flaschenförmigen Behälter zurück, und diese letztern können ihren Ueberfluß in die Wassercanäle zurückleiten, welche mit dem ringförmigen Hauptreservoir in Verbindung stehen. Um das Hin- und Herströmen des Wassers zu erleichtern, ist die ganze Innenwand sämmtlicher Canäle und Wassergefäße mit Flimmerhaaren bedeckt, welche durch ihre stete zitternde Bewegung das Wasser forttreiben. Zur Speisung des ganzen Wassercanalsystems dient ein an der Oberseite des Körpers der Hautbedeckung eingefügtes, sehr kleines Kalkschälchen, die Madreporenplatte, welche äußerst fein siebartig durchlöchert ist und bewirkt, daß das eintretende Wasser gleich von allem Unrath gereinigt in das Hauptzuleitungsrohr gelangt, nämlich in den „Sand- oder Steincanal", welcher den Körper von der Rückseite bis zur Unterseite durchsetzt und hier in den ringförmigen Hauptwassercanal mündet. Wir finden also eine Verkettung von Apparaten, deren einer dem andern genau angepaßt ist und deren Thätigkeit in einer Weise ineinandergreift, wie es bei den Gliedern einer Maschine der Fall ist, und zwar mit Rücksicht auf einen Hauptzweck, auf die Verrichtung einer bestimmten Arbeit. Noch auffallender offenbart sich die Zweckmäßigkeit verschiedener Formen

und Thätigkeiten in der Entwickelungsgeschichte der Strahlthiere und es zeigt sich hier um so entschiedener das Walten eines voraus veranlagten, das heißt schon vor der Erscheinung der Formwandlungen vorhandenen innern Gestaltungsgesetzes, je weniger die wunderbare Metamorphose dieser niedrigen Geburten des Meeres aus äußern Umständen erklärt werden darf und je weniger aus den ersten Stufen der Entwickelung auf die folgenden als auf nothwendig sich ergebende geschlossen werden kann. Spotten doch vielmehr diese Umwandlungen geradezu aller Erwartungen, widersprechen sie doch so sehr der Wahrscheinlichkeit, daß der Unkundige bei Darlegung der Entwickelungsgeschichte mancher dieser Seethiere ein Märchen zu vernehmen glauben mag. Es war in dem Zeitraume von 1829 bis 1840, als der Däne Sars die höchst merkwürdige Entwickelung und den Generationswechsel zweier Arten von Quallen, der Aurelia aurita und Cyanea capillata, beobachtete und zweifellos klarlegte. Die erstgenannte Art, die Ohrenqualle, ist allenthalben in der Nord- und Ostsee verbreitet. Das Thier besteht aus einer gallertartigen wasserhellen und flachen Scheibe, von kreisförmigem Umfang, die etwa 10 Centimeter Querdurchmesser hat. Gerade im Mittelpunkt der Unterseite dieser Scheibe steht der Mund, umgeben von vier lanzettförmigen, einige Centimeter langen Fangarmen mit häutigen Säumen. Am Rande der Scheibe befinden sich zahllose gelbliche Flimmerfäden, wie eine Haarfranze. Im Innern des durchsichtigen Körpers liegen rings um den Magen die vier Eierstöcke, die eine vierblätterige gelbe Figur bilden. Diese Ohrenqualle legt ihre Eier im Herbste ab. Aus denselben entwickelt sich zunächst ein sackförmiges Thierchen von Infusoriengestalt, welches mit Flimmerhärchen bedeckt ist. Dasselbe wurde früher unter dem Namen Cyanea beschrieben. Diese Cyanea schwimmt anfänglich frei umher; alsdann setzt sie sich vermittels ihres untern Endes wie mit einer Schleimscheibe fest. Das Säckchen nimmt allmälig Becherform an und aus dem Rande des Bechers wachsen vier Fühlfäden (Tentakeln); alsdann kommen noch vier, darauf acht hinzu, und also ist die obere Oeffnung des Bechers, die sich mittlerweile zu einem viereckigen Munde gestaltet, mit einem Kranz von sechszehn Fühlfäden umgeben, die sich ausstrecken und zur Mundöffnung biegen können, und welche mit Häufchen von Nesselzellen bedeckt sind. Im Innenraume des Bechers entwickeln sich vier Leisten. Das in diesem Stadium etwa 10—12 Tage alte Schleimthierchen vermag nun sowohl an der Seite des Bechers als auch aus seinem Fuße vermittels besonderer Ausläufer Knospen zu treiben, die sich ablösen und zu Quallen werden. Der Becher selbst wächst alsdann auf dünnem Stiel in die Höhe und streckt sich cylinderförmig; an seiner Oberfläche erscheinen zehn bis dreißig ringartige, wagerechte Einschnürungen, die sich immer mehr eintiefen, während zugleich acht senkrechte Längsfurchen von dem obern Rande des Bechers

bis nach seinem Fuße laufen und jene Querringe durchschneiden. Die Qualle hat jetzt eine oberflächliche Aehnlichkeit mit einem vielschuppigen Fichtenzapfen, und wurde früher auch deshalb Strobila octoradiata genannt. Allmälig schnüren sich die Ringe und die senkrechten Furchen so tief ein, daß der Becher in Scheiben zerlegt wird, die übereinander stehen und deren jeder acht Zipfel hat. Die Scheiben beginnen sich auf und nieder zu klappen und lösen sich einzeln ab, bis der ganze Becher sich also zertheilt hat. Jede der abgelösten Scheiben aber stellt eine junge Ohrenqualle dar, in der sich schnell genau nach der Vierzahl Tentakeln, Fortpflanzungsorgane und der Wasserkreiscanal bilden, während der Stiel des Scheibchens sich in vier dreikantige Arme spaltet und Nesselzellen erzeugt. Somit ist die Qualle, die etwa zwei Centimeter breit ist, fertig und sie braucht nur um das Sechs- oder Achtfache zu wachsen, um wieder zu einer Aurelia aurita, mit deren Eiern der geschilderte merkwürdige Entwickelungsproceß begann, vollständig ausgebildet zu sein. In anderer Weise entwickelt sich das Cladonema radiatum, eine an der französischen Küste vorkommende Scheibenqualle, aus einem bewimperten eiförmigen Embryo (Planula), der sich festsetzt, Scheibenform annimmt, ein Stielchen in der Mitte treibt und am Gipfel des Stielchens vier kreuzweise gestellte Fangarme und unterhalb dieser abermals vier Fangarme hervorbringt. Der so entstandene Polypenstock (Stauridia) bringt an seinen Zweigen Knospen hervor, die sich durch Längsritzen theilen, ähnlich wie der Kelch einer Pflanzenknospe sich in Blätter zerlegt. Die reife Knospe löst sich ab, entwickelt Geschlechtsorgane, acht Fangarme und Nesselzellen, schwimmt frei umher, kurzum die Qualle Cladonema radiatum ist fertig, aus der dann die Eier stammen, deren Entwickelung von der Stufe der Planuala aus wir verfolgten. Bei solchen und ähnlichen Entwickelungsvorgängen der Schirmquallen wird es offenbar, daß jede einzelne der noch so wandelbaren Formen von dem Ei an nur Bedeutung hat für einen zukünftigen Zustand und für ihn in allen Einzelheiten ausgestattet ist; dieses Ziel aber der ganzen, so vielfach getheilten Arbeit der Entwickelung ist die Ausbildung einer vollkommenen Qualle, die dann wieder im Stande ist, durch Fortpflanzung eine Wiederholung des ganzen Gestaltungsvorganges zu verursachen. Wenn aber alle diese Entwickelungen der niedern Meerthiere, so wie ihr vorhin beschriebener Körperbau nicht auf mechanischem Wege durch die mit Nothwendigkeit wirkenden physikalischen Kräfte erklärt werden können, wenn die Darwin'sche Hypothese, wie wir bewiesen, weder das erste Entstehen noch den stufenweisen Aufbau der Organismen irgendwie begreiflich macht, ja wenn diese Transmutations-Theorie sich bei einer wissenschaftlichen Prüfung als ein Hirngespinnst erweist, so bleibt nur die einzige Möglichkeit, die Thatsache einer Zweckmäßigkeit dieser Einrichtungen der geschilderten Organismen anzuerkennen.

Das Ineinandergreifen der verschiedensten Theile und ihrer Thätigkeiten zu einem Ganzen, zu einem lebenden Organismus, welches wir in dem Bau der von uns betrachteten Weichthiere erkannten, tritt bei den höher organisirten Gruppen der Hautskelet-Thiere mit einer Ausführlichkeit und Deutlichkeit, und in solchen Beziehungen zu den Lebensthätigkeiten und der Umgebung der Thiere hervor, daß es unmöglich wird, den unmittelbaren Eindrücken der Sinne und der natürlichen Auffassung des Verstandes gegenüber die Abstraction festzuhalten, es walte hier nur eine sinnlose und blinde Mechanik.

Die Hautskelet-Thiere. Insecten.

Auch hier ergibt es sich für den wissenschaftlichen Nachweis der Zweckmäßigkeit nicht als erforderlich, sämmtliche Klassen, die Kruster, Spinnenthiere, Würmer und Insecten einer Prüfung zu unterziehen; es genügt, die vollendetste Ausgestaltung dieses außerordentlich großen Gebietes des Thierreiches zu betrachten. Es stehen hier die Abtheilungen der vollkommensten Insecten im Vordergrunde: die Käfer, Schmetterlinge, Hautflügler und Zweiflügler. Bei ihnen findet sich der Typus der Hautskelet-Thiere auf das reinste ausgeprägt. Derselbe ist ein wesentlich anderer, als jener der Schleimthiere. Bei den Insecten dient ein Chitinpanzer, also gleichsam ein mehr oder minder festes Hautskelet, als Stütze der innern Theile und vorab der Muskeln und deren Bewegungen. Die Glieder sind durchgehends in scharfer Sonderung ausgebildet, wie solches äußerlich an der Dreitheilung des Insectenkörpers (Kopf, Brust, Leib), an den Körperringeln, an dem Hebelwerk der Füße, an den Flügeln, Freßwerkzeugen, Augen und Fühlhörnern hervortritt. Dem Außenbau entspricht auf das passendste der Innenbau, zunächst durch die Anlage des Nervensystems, welches im Allgemeinen aus einem fadenförmigen Strang (Ganglion) besteht, welcher der Länge nach das weiche Innere des Insectenkörpers durchzieht und in jedem Ringel einen Knoten bildet, der dann wieder Fäden zu den verschiedensten Organen absendet. In derselben Richtung ist das Herz, ein pulsirendes Gefäß, angelegt, und im Allgemeinen auch das Verdauungssystem, welche sämmtlichen Organe nebst den weichen Muskelfasern ihre Stütze und ihren Schutz in dem Chitinpanzer finden. Auch das Athmungssystem, die punktförmigen Athemlöcher zu den Seiten des Körpers mit den in den Körper hineintretenden wunderfein verzweigten Luftcanälen (Tracheen), ist nach der Reihe der Skeletringel vertheilt. (Nur bei den im Wasser athmenden Insecten findet sich eine freie, wechselnde, aber jedesmal nach der Aufgabe der Art oder ihrer Larven wechselnde Stellung.) Durch diese Tracheen ist das

ganze Insect vorzugsweise zu einem Leben in der Luft und zum Fluge ausgerüstet, indem einerseits durch die zahlreichen Luftcanälchen ein großer Theil des Körpers durchlüftet und erleichtert und anderseits die Athmung während der angestrengten Flugbewegung nicht behindert wird. Das Insect vermag zudem die Luft in das hohle Geäder seiner Flügel zu pumpen und diese dadurch gespannt zu halten; die Flügel selbst aber sind wieder ein Meisterstück der Anpassung. Dieses zeigt schon das so außerordentlich manchfache Adersystem der Flügel, welches stets einen solchen Verlauf hat, daß die dünne Flughaut durch eine für die Umstände dienliche Anlage kleiner oder größerer Maschen und Felder, so wie freier und verbundener Längsrippen diejenige Kraft erhält, welche nöthig ist, damit die in der Luft bewegte Flughaut nicht machtlos sei und nicht knicke, zusammenfalle oder zerreiße. Zugleich wurde eben durch dieses Rahmensystem des Flügelgeäders eine möglichste Erleichterung der Flügel bewirkt. Außerdem sind diese Hautflügel durch die verschiedensten Vorrichtungen gegen Gefahren, die ihrer immerhin zarten Beschaffenheit drohen, geschützt. Bei den festgebauten Käfern ergab es sich wegen der Lebensaufgabe derselben, wir möchten sagen wegen der groben Arbeit in Holz und Erde, zwischen Genist und unter Gestein und im Wasser, sowie auch wegen der mit dem schweren Bau des Käfers zusammenhängenden kraftbedingenden Ungelenkigkeit als sehr passend, daß die zarthäutigen und wegen der Last des Käferleibes großen Hautflügel von hornigen Flügeldecken geschützt wurden, unter denen sie eingefaltet liegen und unbeschädigt bleiben; der Schmetterling hingegen, welcher in freier Luft umhergaukelt, auf Blumen oder an geschützten Stellen rastet, und so zu sagen keine weitere Arbeit zu verrichten hat: er durfte nach Linné's Ausdruck wie die Reichen in Sammet und Seide gekleidet sein. Seinen dünnhäutigen Flügeln genügt zum Schutze eine Bedeckung mit zartem Farbenstaub, der nicht leicht vom Wasser benetzt wird, und außerdem der Flügelhaut eine größere Festigkeit gibt, ohne sie bedeutend zu beschweren. Unter dem Vergrößerungsglase zeigt sich dieser Farbenstaub aus federähnlichen Schuppen zusammengesetzt, die auf das feinste geriffelt und hierdurch wieder leichter und fester geworden sind. Dieselben liegen so regelmäßig, wie die Ziegel eines Daches, und dienen schon hierdurch zur Ableitung des Wassers.

Wie hauptsächlich für das Leben in der Luft, so ist das Insect auch für das Licht geschaffen, und deshalb wurde sein Gesichtssinn in solch hohem Grade bevorzugt. Insecten sind verhältnißmäßig die großaugigsten Thiere und zugleich besitzen sie die zahlreichsten Augen, nämlich zusammengesetzte Augen, welche unter dem Vergrößerungsglase einem an gewölbter Fläche beschliffenen Edelsteine gleichen. Während aber ein solches Kleinod nur eine geringe Anzahl von Flächen hat, finden sich auf den Insectenaugen bis zwanzigtausend und mehr Facetten. Außerdem besitzt das Insect noch ein-

fache Augen, die gewöhnlich zu dreien auf der Mitte der Stirne zwischen den beiden Halbkugeln der zusammengesetzten Augen stehen. Jeder, der sich bereits mit der Beobachtung der Insecten beschäftigte, weiß, wie vortreffliche Dienste die Augen den Insecten bei ihrer Beschäftigung bieten.

Mit einer noch mehr handgreiflichen Deutlichkeit erkennt man die passende Einrichtung der Organe des Insectenleibes, wenn man die Freßwerkzeuge, Fühler und Füße, die Legeröhren und Stacheln, die Vertheidigungswaffen und Arbeitswerkzeuge der Insecten mit Rücksicht auf die Thätigkeit dieser Organe betrachtet. Wir finden hier eine Sammlung von Instrumenten, die auf das genaueste und in der sinnreichsten Weise für ihre Aufgabe arbeiten. Da zeigen uns die Füße der Insecten Zusammensetzungen von Hebelstangen, Charnieren, Klammern, Rudern und Schaufeln, die das Bein zum Laufen, Gehen, Schreiten, Springen, Klettern, Greifen, Schwimmen und Graben und noch manchen andern Verrichtungen befähigen.

Es können hier die geringsten Formeigenthümlichkeiten für die Lebensaufgabe der Insecten wichtig sein; so die Verbreiterung der Schienen und die Härchen an denselben, durch welche Vorrichtung gewisse Immen ein Sammelkörbchen für den Blüthenstaub erhalten, den sie zu ihrer Arbeit gebrauchen.

Die Freßwerkzeuge zeigen bald ein Rüstzeug von Sicheln, Kneifzangen, Sägen, Stemmeisen, Dolchen, Scheeren oder Maurerkellen, bald ähneln sie den manchfaltigsten Saughebeln oder Pumpen. Die Röhre zum Ablegen der Eier stellt bei den Ichneumonen einen in Scheiden liegenden Hohlbohrer dar, mit dem eine Oeffnung für die Aufnahme eines Eies hergestellt und durch welchen zugleich das Ei in diese Oeffnung gebracht wird.

Doch nicht allein ist das Insect in seinem ausgebildeten Zustande in der verschiedensten Weise ausgerüstet, auch auf seinen einzelnen Entwickelungsstufen erhält es die für seine jedesmaligen Lebensverhältnisse passenden Werkzeuge, welche oft von denen des vollkommenen Insectes ganz verschieden sind. So erhielten etwa die im Wasser lebenden Larven mancher in der Luft wohnenden Insecten eine Ausstattung von Ruderkiemen, d. i. flossenartigen Anhängseln, vermittels welcher sie sich fortbewegen und durch welche zugleich die Athmung im Wasser bewerkstelligt wird. (Larven der Ephemeren.) Nicht selten trifft man an den Bächen eine Fliege, welche sich auf den Blüthen und Blättern der Uferpflanzen umhertreibt, die Chamäleonfliege (Stratiomys Chamaeleon, Meigen). Ihre Made lebt im Wasser. „Der Endring dieser Larve ist zu einer beträchtlichen Länge ausgedehnt und am Ende mit einem schönen, sternartigen Trichter von dreißig gefiederten Haaren besetzt. Ob das Geschöpf diese gleich der Mückenlarve einölt, wissen wir nicht; sie halten aber das Wasser vollkommen gut ab; und an dem Punkt,

wo das Insect in der Schwebe hängt, kann man eine kleine Vertiefung in der Wasserfläche wahrnehmen. Will es auf den Boden hinabtauchen, so hat es das Vermögen, die Haare zusammen zu bringen, ohne die Geräumigkeit des Trichters unterwärts zu vermindern, und ein Luftkügelchen, zur Unterhaltung des Athmungs-Processes unter dem Wasser bestimmt, wird dergestalt eingeschlossen und mit hinabgenommen. Dasselbe erscheint, wie Swammerdam sagt, gleich einer glänzenden Perle oder gleich polirtem Silber."

„Die Larve einer andern Fliege (Helophilus pendulus, Meigen) lebt in Sümpfen oder Abzugs-Canälen, die mit Schlamm angefüllt sind. Sie erhielt eine lange Athmungsröhre, die, einem Teleskop ähnlich, aus zwei ineinander steckenden Röhren besteht, von denen die äußere als Scheide dient. Beide Röhren, aus fibrösen Ringen gebildet, sind außerordentlich dehnbar, so daß sie nach Reaumur's Beobachtung zwölf Mal so lang, als der Körper der Larve ist, hervorgeschnellt werden können. Die Vorrichtung, durch welche das Insect die innere Röhre hervorstößt, ist eben so einfach als sinnreich. Dieselbe ist nämlich an der Basis mit zwei biegsamen Luftröhrchen verbunden, welche, wenn jenes innere Athmungsrohr in der Scheide steckt, in mehrern Windungen zusammengefaltet liegen. Diese kleinen Röhrchen stehen mit den Luftcanälen (Tracheen) des Körpers in Verbindung. Will nun die Larve das innere Athmungsrohr hervorstrecken, so bläst sie die kleinern biegsamen Röhrchen mittels Luft aus den Luftcanälen auf, und stößt mit ihnen die Athmungsröhre so weit, als erforderlich, nach außen hervor. Die Athmungsröhre selbst ist sehr dünn und schlank, endet aber auf ähnliche Weise, wie die der Larve der Chamäleon-Fliege, mit fünf Borsten oder Härchen. Dieser Athmungs-Apparat entspricht der Oekonomie besagter Larven auf eine bewunderungswürdige Weise; sie würden, da sie ihre Nahrung in Schlamm und Koth suchen, oft Gefahr laufen, zu ersticken, wenn dies nicht ihre dehnbare Athmungsröhre erfolgreich verhinderte."

Die Entwickelungsstufen, welche der vollkommenen Ausbildung der Insecten vorausgehen, zeigen deutlich eine Beziehung auf die Zukunft, nämlich auf die zunächst folgende Form und zuletzt auf das vollkommene Insect. Das Ei des vollkommenen Insectes, etwa des Schmetterlings, ist in seinem Innern so eingerichtet und in seinem Aeußern durch seine Schale derartig geschützt, daß es im ruhenden Zustand längere oder kürzere Zeit lebenskräftig bleibt; aber schon in dem abgeschlossenen Ei entsteht durch mancherlei Umwandlungen das Räupchen mit seinen Stigmen und Tracheen (Athmungslöchern und Luftcanälen), die für die künftige Luftathmung eingerichtet sind, und so bilden sich auch die übrigen Körpertheile, die das Räupchen erst in der Zukunft gebrauchen wird. Die aus der Schale entlassene Raupe ist zunächst für die Aufgabe ausgestattet, welche sie als Raupe hat; aber

während sie mit ihren Klammerfüßen am Zweige sitzt, mit den Doppelsicheln ihrer Freßwerkzeuge die Blätter abschneidet und die einzige Beschäftigung hat, zu fressen, während sie träge in ihrer Wurmform auf der Erde umherkriecht, bilden sich unter ihrer Haut bereits die Flügel des künftigen Schmetterlings. (Zuerst beobachtet von Swammerdam bei der Raupe des Kohlweißlings, Pontia crataegi.)

Die Raupe sorgt für den Puppenzustand in der manchfaltigsten Weise, indem sie etwa ein Gespinnst als schützende Behausung der Puppe webt, oder einen Gürtel verfertigt, mit welchem die unbedeckte Puppe an einer passenden Stelle, etwa an einem Zweige, festgehalten wird. Diese, gewöhnlich nur einer braunen oder schwarz geringelten Baumknospe gleichende Puppe erhielt nur wenige Werkzeuge, und auch solche nur in dem Falle, daß dieselben für die Erhaltung des künftigen Schmetterlings nöthig sind. So besitzen Puppen, die in den engen Raupengängen inmitten des Holzes stecken, an den Kanten ihrer Ringel einen Halbkreis zahnartiger, nach unten gerichteter Häkchen, vermittels welcher sich die Puppe bis zu dem Ausflugloche des Schmetterlings langsam, aber sicher und ohne je zurückzusinken, emporschrauben kann. Inmitten der Puppe entwickeln sich bereits all die Organe, deren der künftige Falter, nicht aber die Puppe als solche bedarf.

Kunsttriebe der Insecten.

In ganz neuer Weise gibt sich die Herrschaft des Zweckes zu erkennen in den Kunsttrieben der Insecten, in jenen besonders von den Arten der höhern Insectenordnungen zu Stande gebrachten Werken, welche meist für die Erhaltung der Nachkommenschaft dienen, wenngleich hierbei auch manche untergeordnete Vortheile für die entwickelten Insecten selbst in Betracht kommen. Um nicht über die Zellen der Bienen und den Haushalt des Bienenstaates, über die Bauwerke der Ameisen und Termiten Weiteres vorzubringen und statt dessen durch einige weniger bekannte Beispiele die Kunstfertigkeit der Insecten zu erläutern, weisen wir auf die Tapezierbienen, Mauerbienen und die verschiedensten Blattroller und Sackträger unter den Insecten hin. Die Tapezierbiene legt in der Erde eine senkrechte, cylinderförmige Kammer an, schneidet alsdann mit ihren Freßzangen bogenförmige Stücke aus den Blumenblättern des Feldmohns und bekleidet mit diesen Stücken wie mit einer rothseidenen Tapete die Innenwand der Kammer. Den Boden dieser Zelle füllt sie mit Honig, legt ein Ei hinzu, und verschließt dann die Zelle. Die aus dem Ei schlüpfende Made findet sogleich ihre Nahrung vor und kann sich ungestört weiter entwickeln. Die Blattschneider unter den Immen verfertigen aus den abgeschnittenen Stücken grüner Blätter Brutzellen; andere Hyme-

noptern graben und meißeln mit staunenswerthem Fleiße Zellen in Holz und Stein (Zimmerbienen); sie vollführen Bauwerke von Lehm, zusammengekittetem Sand (Mauerbienen) oder von papierähnlichen, aus Holz verfertigten Massen. Es zeigt sich sowohl in der Anlage dieser Zellen als in der Art der Unterbringung des Eies, der Made und der Larve eine Wahl der Mittel und eine Sorgfalt, die durchaus als Berechnung erscheint, als eine Fertigkeit, die nicht aus dem Bewußtsein, aus der Erkenntniß und freien Wahl des Insectes selbst stammen kann, — denn sonst müßte manches Insect die Weisheit der Mathematiker, Mechaniker und Architekten besitzen. Somit deutet diese unter der Herrschaft des Triebes geübte Kunst auf einen höhern, zwecksetzenden Urheber.

Sehr willkommen ist uns zur Beleuchtung dieser instinctiven Zweckthätigkeit der Insecten ein Fall, den Rennie berichtet. „Eine kleine, einsam lebende Biene (vielleicht eine Chelostoma, nach der Insect-Architecture nicht so groß als die Stubenfliege, und von dünnerm Körper) bohrt, anstatt wie ihre Gattungsverwandten in die Erde zu graben, ein Loch ungefähr von dem Durchmesser eines Weizenstrohhalms in einen Baum, welches, wenn es leer ist, äußerlich den Nestern oder Löchern gleicht, welche ein Käferchen (Anobium) bohrt. Wenn das Loch fertig ist, so kann es nur von einem geübten Auge gefunden werden; denn es ist sauber mit einer Substanz bedeckt, deren Beschaffenheit man noch nicht kennt. Man gewahrt eine graue, halbdurchsichtige Membran, die einigermaßen dem getrockneten Schleim einer Schnecke gleicht; ob sie aber, wie das Wachs, von der Biene secernirt oder von Pflanzen gesammelt wird, können wir nicht sagen. Da wir eine ganze Colonie dieser kleinen Holzbohrer-Bienen in dem Stumpfe eines Pappelbaumes fanden, so schnitten wir verschiedene Durchlöcherungen aus, um sie in ihrem Innern zu durchsuchen. Wir fanden dieselben über einen Zoll tief und bis an den Rand mit einem dünnen, weißlichen Honig angefüllt, aber gleich denen der größern Zimmerbienen (Xylopa) waren sie durch Scheidewände von der nämlichen häutigen Substanz in mehrere Abtheilungen geschieden.

„Der Umstand indeß, welcher uns zu dieser ausführlichen Mittheilung bestimmte, bezieht sich auf die Eier, die in diese eigenthümlichen Aushöhlungen gelegt werden. Es leuchtet ein, daß, wenn dies Thierchen seine Eier mitten in den flüssigen Honig legte, diese entweder nicht ausgebrütet oder die daraus hervorgehenden Larven in der ersten Periode ihres Daseins erstickt werden würden. Jede Abtheilung des kleinen Nestes ist so voll Honig, daß sich nicht leicht errathen läßt, wie der angedeutete Unfall vermieden werden könne, und nur erst nach wiederholten und genauen Forschungen gelang es uns, die Lösung dieser Schwierigkeit zu finden. Sie besteht in Folgendem: Die Mutterbiene, sobald sie eine Kammer mit Honig gefüllt

hat, klebt ungefähr ein oder zwei Haar breit über dessen Oberfläche ein einziges Ei an und breitet in einer ähnlichen geringen Entfernung die häutige Scheidewand aus, zwischen derselben und der Oberfläche des Honigs gerade so viel Raum übrig lassend, als hinreicht, der neu ausgebrüteten Made den nöthigen Spielraum zu gewähren. Als wir ein solches Nest öffneten, nachdem die Made bereits seit einiger Zeit aus ihrem Ei hervorgegangen war, fanden wir sie sich über dem Honig erhaltend und auf dem obern Rande ruhend, von welchem aus sie den Kopf, um zu fressen, nach der Mitte herabgestreckt zu haben schien, anstatt ihre Nahrung von der Peripherie zu entnehmen. Der Honig war jetzt noch dicker von Consistenz geworden und bildete in Folge der Wegnahme aus der Mitte einen hohlen Becher (Vertiefung)."

Wir selbst beobachteten einst im Anfang des Juni einen Rüsselkäfer, den kleinen, schwarzglänzenden Rhynchites betuleti, bei seiner Arbeit, wie er nämlich aus einem am Zweige hängenden frischen Birkenblatte einen Behälter zur Aufnahme seiner Eier und zugleich eine schützende Behausung für die künftige Made herstellte. Der kleine Käfer begann damit, in der linken Blatthälfte am Oberrande des im Allgemeinen dreieckigen, senkrecht herabhängenden Blattes eine eigenthümliche Kurve vermittels des Rüssels einzuschneiden, welche als feine Linie, etwa einen halben Centimeter von der Basis des Blattstiels entfernt begann, und dann in einem Bogen durch die Blattfläche bis auf die Mittelrippe durchgeführt war. (Die ganze Kurve glich in etwa der obern linken Hälfte eines griechischen Ψ, dessen senkrechter Balken die Mittelrippe des Blattes vorstellt; doch war die Kurve bedeutend größer.) Darauf lief das Käferchen zur rechten Blatthälfte und schnitt eine zweite ähnliche, aber kleinere Kurve hinein, die indeß oberhalb des Unterendes der vorerwähnten Kurve die Mittelrippe des Blattes traf. Alsdann begab sich der Käfer auf die Blattfläche und rückte in einer eigenthümlichen Bogenlinie über dieselbe vom linken Rande zum rechten vor, indem er, wie es uns schien, namentlich die Blattrippen an bestimmter Stelle einschnitt, um die Biegsamkeit der Blattfläche zu vermehren. Bei diesen und andern Operationen rückte das Thierchen nicht mit dem Kopfe voran gerade aus, sondern seitlich vor. All' diese Arbeiten wären demjenigen, der nicht das Ziel derselben gekannt hätte, vollständig unbegreiflich gewesen. Demnächst begab sich das Käferchen nach dem Anfange des linken Einschnittes, also an die Spitze des linken Balkens des Ψ zurück, und stellte sich links von derselben auf, um aus dem Zipfel der durch die Kurve losgeschnittenen Blatthälfte den Anfang einer kleinen Düte zu drehen, bei welcher Arbeit die Füßchen als Hände und Hebel gebraucht wurden. Allmälig wurde die Düte größer und schließlich war die ganze linke Blatthälfte in Trichterform mit mehrfachen spiraligen Innenwindungen umein-

andergerollt. Jetzt galt es, auch die rechte Blatthälfte um diesen Trichter zu wickeln. Um dieses zu bewerkstelligen, klammerte sich das Käferchen mit den Füßen seiner linken Leibsseite an der linksstehenden Rolle fest, packte zugleich mit den Füßen der rechten Leibsseite die rechte, noch flache Blatthälfte und zog dieselbe an sich. Allmälig bog sich diese Blatthälfte und schließlich wurde sie in mehrfachen Windungen um die schon fertige linke Wickel geschlagen, bis das Ganze einen einzigen Trichter darstellte, dessen Obertheil einen eben so sichern als einfachen Schluß hatte. Es war nämlich der obere Zipfel der rechten Blatthälfte unter dem linksstehenden, bogenförmigen, stehengebliebenen Blattstückchen, nämlich unter dem linken Bogen des Ψ hindurchgesteckt und fand also Halt. Man hat die Linien, welche der Käfer zur Herstellung dieses Trichters in das Blatt schneidet, berechnet und in ihnen eine der höhern Mathematik angehörende Kurve entdeckt.

Anpassungen der Insecten.

Zeigt sich bei der Arbeit des kleinen Käfers und in unzähligen andern Thätigkeiten der Insecten die Zweckmäßigkeit in der Verknüpfung aller Theile der Arbeit und in der Beziehung auf ein schließlich zu Stande gebrachtes Werk, so offenbart sich in andern Erscheinungen, hauptsächlich in Form, Farbe und Gestalt der Insecten, in ihrem Aufenthaltsort und in mancherlei Sitten, Gewohnheiten, Fähigkeiten und Listen bis zu der Mitgift scheinbar unbedeutender Eigenthümlichkeiten eine Art von Anpassung, die für die Insecten von Vortheil und durchaus zweckentsprechend ist. So erscheint häufig die Farbe und Form der Schmetterlings-Flügel im Zusammenwirken mit den Gewohnheiten und dem Aufenthaltsorte des Falters als ein treffliches Schutzmittel, welches um so nöthiger ist, je wehrloser und je auffallender durch Größe und Farbenpracht, und je mehr von Feinden verfolgt ein Falter ist. Der englische Naturforscher Wallace gerieth in das lebhafteste Staunen, als er bei seiner Erforschung des ostindischen Archipels einen ausgezeichneten Fall dieser Art auf der Insel Sumatra entdeckte. Es fand sich dort im Gebüsch nicht selten ein Schmetterling aus der Verwandtschaft unserer Schillerfalter, die Callima paralecta, deren purpurrothe Flügeloberseite mit einem abstechenden breiten, orangegelben Band gezeichnet war. Vergeblich bemühte sich Wallace längere Zeit, den im Fluge so auffallenden Schmetterling zu erhaschen; denn sobald derselbe eine kurze Strecke einhergegaukelt war, ließ er sich in dem Gebüsch nieder und war dort nicht wieder zu erkennen, obschon er in nächster Nähe saß und alsbald wieder aufflog. Schließlich gelang es unserm Forscher, indem er sich genau den Punkt merkte, an welchem sich der Falter gesetzt hatte,

letztern in seiner Ruhe zu erkennen. Derselbe glich so sehr einem abgestorbenen Blatte, daß man zweifeln mußte, einen Schmetterling vor sich zu haben, selbst wenn man ihn aus der Nähe prüfend ansah; denn die allein sichtbare Unterseite der im Sitzen geschlossenen Flügel glich an Zeichnung und Form auf das täuschendste einem Blatte. „Das Ende der obern Flügel geht nämlich in eine feine Spitze aus, gerade wie die Blätter vieler tropischer Stauden und Bäume enden, während die untern Schwingen stumpfer sind und in einen kurzen, dicken Ausläufer ausziehen. Zwischen diesen zwei Punkten läuft eine dunkele, gebogene Linie, welche genau der Mittelrippe eines Blattes gleicht, und von dieser strahlen nach jeder Seite hin einige schräge Striche aus, welche sehr gut die Seitenrippen nachahmen. Die Färbung der untern Seite variirt viel, aber stets hat sie eine aschbraune oder röthliche Farbe, welche mit der von todten Blättern übereinstimmt. Die Gewohnheit dieser Schmetterlingsart ist nun die, stets auf einem Zweige zwischen todten oder trockenen Blättern zu sitzen, und in dieser Stellung, mit den Flügeln dicht aneinander, gleicht die Callima genau einem mäßig großen, leicht gebogenen oder gerunzelten Blatte. Die Enden der Hinterflügel bilden einen vollkommenen Stengel und berühren den Stamm, während das Insect auf dem mittlern Beinpaare sitzt, das zwischen den umgebenden Zweigen und Fasern nicht beachtet wird. Der Kopf und die Fühlhörner sind zwischen die Flügel zurückgezogen, so daß sie ganz verborgen liegen, und gerade an der Basis der Flügel ist ein Ausschnitt, in welchen der Kopf gut zurückgezogen werden kann. Alle diese verschiedenen Einzelheiten combinirt rufen eine Maskirung hervor, die so vollständig und wunderbar ist, daß sie Jeden in Erstaunen setzt, der sie beobachtet."[21])

Der Naturforscher hätte übrigens nicht nöthig gehabt, eine so weite Reise zu unternehmen, um Fälle dieser Art aufzufinden, denn auch in unsern gemäßigten Gegenden findet sich eine große Menge der auffallendsten Beispiele jener Nachahmung (Mimicry); ja bei den meisten unserer Nacht- und Tagfalter, außerdem bei vielen andern Insecten wirkt Form und Farbe in der sinnreichsten Weise zum Schutze mit.[22])

Zuweilen erhalten ganz harmlose Arten das Aussehen gefährlicher Insecten, wie etwa viele unserer zu den Schmetterlingen gehörenden Sesien den grimmig stechenden Wespen und Hornissen gleichen. Durch diese Maske ist die wehrlose Sesie ebenso gegen Angriffe gesichert wie ihre Vorbilder; nur im Falle daß sie wirklich angegriffen würde, befände sie sich im Nachtheil. Nicht wenige Motten, die auf grünen Blättern zu sitzen pflegen, er-

[21]) Vergl. das Werk: Der malayische Archipel von A. R. Wallace.

[22]) Eine große Anzahl solcher zum Theil sehr auffallender, von uns beobachteter Fälle haben wir in unsern „Darstellungen" und „Betrachtungen der Natur" sowie in dem Werkchen „Im Freien" beschrieben.

hielten eine ihnen eben so nützliche als demüthigende Verkleidung; sie gleichen nämlich den kreidigen und schmutzigen Fleckchen, die der Vogelauswurf auf eben denselben Blättern zurückläßt. Manche Käferchen müssen es sich gefallen lassen, dem Raupenkoth nachgebildet zu sein, andere sind demjenigen Theile des Gewächses verähnlicht, an welchem sie sich aufhalten. Bekannt ist, wie außerordentlich gut die Schildkäfer (Cassiden) durch ihre Form und grüne Farbe gedeckt sind, wenn sie an den Stengeln der Münzen und anderer Kräuter sitzen. Manche Käfer gebrauchen die List, sich todt zu stellen und sich fallen zu lassen, sobald sie berührt werden, und sie ziehen die Beinchen derartig fest an, daß das ganze Thierchen einem Samenkorn gleicht. Andere Insecten wissen sich durch Spring- und Flugkünste der Gefahr zu entziehen, noch andere erhielten eine ätzende oder übelduftende Flüssigkeit, die sie gegen ihren Feind ausspritzen, oder sie werden durch harte Chitinpanzer, sowie durch verstecktes Leben geschützt. Als vorzügliches Schutzmittel dient manchen Insecten die Waffe des Stachels.

Oekonomie in der Vertheilung der Insecten.

Wiewohl nun einerseits jede Insectenart zunächst die Aufgabe hat, ihren Bestand zu sichern, so darf doch anderseits die Vermehrung der Arten nicht in's Unbegrenzte wachsen, weil dann schließlich die Existenzmittel der Massen zerstört würden. Dieser Uebelstand würde sich zunächst auf kleinen Gebieten zeigen. Wenn etwa der Kieferschmetterling sich uneingeschränkt in einer Gegend vermehrte, würden nach einigen Jahren die dort befindlichen Kieferwälder durch dessen Raupen gänzlich kahl gefressen sein, so daß die nach dieser Zerstörung noch lebenden Raupen verhungern und die Kieferschmetterlinge aussterben würden. Wie groß würde indeß das Vernichtungswerk sein, wenn sämmtliche, meist sehr fruchtbare Insectenarten sich grenzenlos vermehrten. Die Zerstörung der Pflanzenwelt und die des Thierreiches würde die unausbleibliche Folge sein; und ebenso wären dem Menschen die nothwendigsten Mittel zum Leben entzogen. Es muß also, um den Wohlbestand der Natur zu sichern, das Gleichgewicht zwischen der Individuenzahl der verschiedenen Insecten-Arten hergestellt werden. Zur Erreichung dieser Aufgabe dienen, abgesehen von klimatischen Einschränkungsmitteln, besonders die Insecten selbst, indem die eine Art die Ueberzahl der andern vertilgt. So führen Legionen von Schlupfwespen, und mit ihnen Raupenfliegen, Mordwespen, Grabwespen, Ameisen, Käfer und Libellen gegen eine übermäßige Vermehrung der verschiedensten Insectenarten einen vollständigen Krieg, bei welchen ihnen die insectenfressenden Vögel, die Fledermäuse nebst andern Insectenfressern aus verschiedenen Klassen der Wirbelthiere und sogar Ver-

bündete aus dem Gewächsreiche, nämlich Schmarotzerpilze, Hülfe leisten. Deshalb bleibt schließlich trotz einzelner örtlicher Schwankungen in der gesammten Vertheilung der Insecten ein stetiges und sicheres Gleichgewicht erhalten.

Die Wirbelthiere.

Durchaus in sich abgeschlossen und durch keine Uebergangsformen mit den Klassen der Insecten verbunden, gleichsam als ein Bauwerk nach neuem Plane, steht der Typus des Wirbelthieres da. Im Gegensatze zu den skeletlosen Mollusken und zu den mit einem Hautpanzer ausgestatteten Insecten haben die Wirbelthiere ein inneres Knochengerüst, zusammengegliedert aus den Knochen der Wirbelsäule, des Schädels, der Rippen und der Extremitäten, welches feste Bauwerk zum Theil schützende Behälter für die Aufnahme der leicht verletzbaren innern Organe bildet, wie die Wirbelsäule mit der Markröhre, wie der Schädel mit der Gehirnkapsel und den Behältern für die Sinneswerkzeuge, wie der Brustkorb und die Hüftknochen; theils aber ein gelenkig zusammengesetztes, durch Sehnen verbundenes und mit Muskeln bekleidetes Hebelwerk für die manchfaltigsten Bewegungen, besonders der Flossen und Flügel, Beine, Arme und Hände abgibt.

Dieser allgemeine Typus des Wirbelthieres spaltet sich wieder in vier ihm untergeordnete Formen: Fisch, Reptil (mit Einschluß der Lurche), Vogel und Säugethier.

Durchaus für sein Element geschaffen, ist der Fisch gleichsam ein Kahn mit dem Ruderwerk der durch Gräten bald gespannten, bald gesenkten, abwechselnd beweglichen Flossen nebst der als Steuerruder wirkenden Schwanzflosse. Das dünne, glatt anliegende Schuppenkleid erleichtert die Geschmeidigkeit der Bewegungen; das beim Fortschwimmen durch das Maul eingeschluckte Wasser strömt rückwärts ab durch die Kiemenbögen, deren Fasern überrieselnd und den Sauerstoff des Wassers absetzend, und tritt durch die Kiemenspalten wieder aus, befördert durch die eilende Fortbewegung des Fisches. Die Athmung findet also in einer einzigen Richtung statt. Hätte der Fisch nöthig, das eingeschluckte, zum Athmen dienende Wasser wieder auszuspeien, und wäre also der Athmungsproceß an zwei Richtungen gebunden, so würde das wieder zurücktretende Athemwasser einen Gegenstoß gegen das umgebende Element äußern, welcher nach rückwärts wirkend die Fortbewegung des Fisches erschweren würde.

Vollkommener als die Fische und vor ihnen durch eine vielgestaltige Metamorphose ausgezeichnet ist das Geschlecht der kaltblütigen Reptile

und Lurche, dessen Arten bald durch Kiemenathmung dem Wasser, bald durch Lungenathmung dem Lande angepaßt sind, die nicht selten nackthäutig und ziemlich wehrlos sind, dann aber durch außerordentliche Fruchtbarkeit, Zählebigkeit, Färbung, Gestalt und verborgenes Leben gesichert wurden, wie das harmlose Völkchen der vielverfolgten Frösche nebst den Kröten und Salamandern, oder welche, wie die Schildkröten und Crocodile, eine außerordentlich starke Körperbedeckung erhielten, oder aber, wie die Schlangen, durch ein Schuppenkleid, durch Schnelligkeit und allseitige Beweglichkeit oder die furchtbare Waffe der Giftzähne gesichert sind.

In ungleich höherm Grade aber, als bei den untern Klassen der Wirbelthiere, offenbart sich die zweckvolle Anlage bei den Vögeln und Säugethieren.

Die Vögel.

Skelet und Organisation.

Da der Vogel hauptsächlich zum Fluge geschaffen wurde, erhielt sein Skelet eine außerordentliche Leichtigkeit und Festigkeit. Die Mehrzahl der Knochen ist hohl und mit Luft gefüllt. Da nun ein Hohlcylinder eine viel größere Festigkeit hat, als eine Säule von gleichem Volumen, so ergibt sich diese Einrichtung der Knochen als durchaus vortheilhaft, wenn aus möglichst wenigem und leichtem Material eine große Festigkeit hergestellt werden sollte. Nebst den Röhrenknochen sind auch die übrigen Theile des Skelets nach Möglichkeit von Luft erfüllt; sie gleichen nicht selten in ihrem Innern wegen ihrer vielen kleinen Lücken und der dadurch verursachten Leichtigkeit einer schwammigen Masse, wie solches etwa der senkrechte Durchschnitt des auffallend dicken Eulenschädels zeigt. Außerdem sind die andern fleischigen Theile des Körpers, zuweilen sogar die Haut, mehr und minder durchlüftet. Diese also verbreitete Luft dient vortrefflich zur Erwärmung, da die Luft als schlechter Wärmeleiter die Ausstrahlung der Körperwärme verhindert, und also gleichsam wie eine schützende Fettschicht wirkt. Vor allem kommen hier die drei aus einer Erweiterung der Luftröhrenäste entstandenen Luftsäcke der Brust in Betracht, deren Aufgabe von einem Meister in der Darstellung des Vogellebens, von Dr. Altum [23]), klar und überzeugend andern Ansichten entgegen auf eine deutliche Zweckbestimmung zurückgeführt wurde. „Die von Luft strotzenden Säcke, deren Oeffnungen beim Niederschlage des Flügels geschlossen werden, so daß die Luft nicht zurücktreten und

---

[23]) In dem Buche: „Der Vogel und sein Leben." Vergl. die vortreffliche „Forst-Zoologie" desselben Verfassers. Band II. Berlin 1873.

durch Lunge und Luftröhre wieder entweichen kann, wirken nämlich erstens als ein kräftiger, innerer, elastischer Gegendruck gegen den auszuführenden Schlag. Ohne diesen innern Gegendruck erlahmt der Arm des Vogels sofort, wie man deutlich bei einer Verletzung, etwa durch ein Schrotkorn, welches sonst durchaus keine eingreifende Verwundung herbeigeführt hat, wahrnehmen kann. Der Vogel ist dann ganz gesund, kann aber nicht fliegen, ähnlich wie sich ein Mensch in sehr verdünnter Luft, z. B. beim Bergsteigen, außerordentlich ermattet fühlt, da ihm der äußere (atmosphärische) Gegendruck gegen die Einlenkung seiner Schenkel fehlt. Der zweite Hauptzweck dieser großen Luftbehälter ist die Ermöglichung der Respiration bei nur etwas langhalsigen Vögeln. Bekanntlich ist die hart an der Wirbelsäule liegende Lunge des Vogels sehr klein, jedoch wegen hier nicht näher zu erörternder Einrichtungen vollkommen functionsfähig. Ihre geringe Größe wie ihre feste Lage steht in inniger Beziehung zum beweglichen Luftleben des Vogels; aber wohl bei fast allen Arten faßt sie weniger Luft, als die lange Luftröhre und deren Aeste. Es ist somit ein Aus- und Einathmen, ein völliges Ausstoßen der verbrauchten und Einziehen frischer, atmosphärischer Luft nicht möglich, sondern nur ein Hin- und Herbewegen der Luft in der Luftröhre, was selbstredend zum schnellen Ersticken des Vogels führen würde. Durch die Luftsäcke wird diesem Uebelstande in mehr wie ausreichender Weise abgeholfen. Noch können außer den genannten einige Zwecke von mehr untergeordneter Wichtigkeit für diese Pneumaticität des Vogels angeführt werden. So ermöglicht dieselbe den lauten, höchst anhaltenden Gesang der Vögel. Wer hat nicht wohl schon gestaunt über einen solchen bei einem guten Canarienvogel, beim winzigen Zaunkönig? Es wird uns beim Anhören desselben fast unheimlich und ängstlich zu Muthe, so stark und anhaltend erschallt ihr Geschmetter in einem einzigen Athemzuge. Und doch leisten diese Vögelchen nicht mehr, als sie ohne alle und jede Anstrengung zu leisten vermögen. Allerdings, wenn nur die in der Lunge sich befindende Luft dazu verwendet werden könnte, dann wären solche Productionen nicht möglich. Auch steht beim Gesange die Respiration nicht still, da auch die Luft aus den Luftsäcken zum Singen verwendet wird. Das non plus ultra zeigt uns in dieser Hinsicht wohl unsere gemeine Feldlerche. Wir vermögen im Laufe nicht oder kaum, jedenfalls aber nicht ohne Athemnoth und Beschwerde zu singen; diese aber steigt singend zum Aether empor, und zwar singend bis zehn Minuten lang und länger, ohne eine größere Pause und ohne Erschöpfung. Jeder muß bei einigem Nachdenken selbst zu der Ueberzeugung kommen, daß nur eine ganz eigenthümliche Organisation eine so staunenswerthe Lebensäußerung möglich mache. Bei sehr großen Luftsäcken ferner ist der Vogel auch fähig, in sehr verdünnter Luft, in großer Höhe nämlich, zu verweilen (man denke an den Condor und die übrigen Geier), ohne an

Athemnoth zu leiden. Man sieht somit leicht, daß die innere und die äußere Organisation des Vogels in der innigsten Wechselbeziehung stehen, daß die eine ohne die andere sofort ihren Werth verliert, sofort als zweck- und sinnloses Gebilde erscheint."

Der Flug des Vogels.

Zur Herstellung einer vollkommenen Flugkraft dient zunächst der Bau des Skelets, dessen Wirbelkörper zu einer festen Säule verwachsen sind, um der Flugbewegung den nöthigen Widerhalt zu sichern. Das breite, schildförmige Brustbein, in der Mitte von einem scharfen und oft sehr hohen Brustbeinkamm durchsetzt und seitlich mit den auf- und niederbiegbaren Rippen verbunden, bietet eine große und trefflich passende Fläche zum Ansatz und zur Anlagerung der äußerst kräftigen Flugmuskeln. Bei dem Baue des Vogels ist so sehr das Hauptgewicht auf die Entwickelung der Brust mit Rücksicht auf die Flugkraft gelegt, daß der hintere Theil des Körpers, der Leib, nur als die untere schmale, abfällige Spitze der Brust zu betrachten ist. Das Becken, welches bei den Säugethieren von verschiedenen Seiten durch Knochenrahmen geschlossen wird, ist bei dem Vogel auf die nothwendigsten Umrisse zurückgeführt und offen, welche Einrichtung wieder für das Eierlegen nützlich ist. Die Beine des Vogels sind hager, in dünnen, gespaltenen Zehen endend; zuweilen bilden sie nur schwache, wenig gebrauchte, hintere Anhängsel des Körpers, immer aber stehen sie zu dem übrigen Bau des Körpers und zur Lebensaufgabe des Vogels in nächster Beziehung und erhielten hiernach ihre Ausbildung, etwa als Sitzbeine mit Klammerkrallen, als Stelzbeine oder Ruderfüße. Der Hals ist schlank und gewöhnlich äußerst beweglich, der Kopf klein, wenig modellirt, mit seitlich stehenden Augen und einem Hornschnabel, der ein treffliches, aber äußerst einfaches Werkzeug zum Picken, Hämmern, Zerklauben und Erhaschen abgibt, und der gar in manchen Fällen, durch Verbreiterung, durch weiche, nervöse Beschaffenheit und durch Sägezähnchen der Schnabelscheide zugleich als Schöpflöffel, Sonde, Reibe und Sieb dient. Die Flügel, von dem kräftigen Armknochen durchzogen und mit den stärksten Muskeln in Verbindung gebracht, sind zu einem vollendeten Luftruder zusammengesetzt, und zwar zunächst durch die Schwungfedern. Jede derselben ist in einer Weise gebaut, daß sie Festigkeit mit Elasticität und Leichtigkeit vereint. Die trockenhäutigen, leichten Fasern zu beiden Seiten des Kiels bilden eine geschlossene Fahne, welche dem Drucke der Luft beim Niederschlag des Flügels durchaus nicht nachgibt. Die einzelnen nebeneinanderstehenden Fahnenstrahlen sind nämlich eben so leicht als fest mit einander zu einer einzigen Fläche ver-

ankert, und zwar durch Reihen schrägstehender, feiner Häkchen, die längs des Randes der Fasern stehen und in die Häkchenreihe der nebenstehenden Fahnenfasern eingreifen. Die Fahnen der äußersten großen Schwungfedern (erster Ordnung) stellen keine wagerechte Fläche dar, vielmehr erhielten dieselben eine Biegung wie die Fläche eines Windmühlenflügels. „Wie dieser," bemerkt Professor Altum, „durch eine solche Drehung von dem gegen ihn wirkenden Winde nicht bloß einen Druck nach hinten, sondern, wie allbekannt, auch zur Seite erhält, so wird auch der Vogel beim Niederschlage seines Flügels, eines Systems von »Windmühlenflügelchen«, nicht bloß gehoben, sondern auch nach vorn geworfen, so daß er, wenn nach der Construction des Flügels beide Kräfte gleich stark wirken, was jedoch nur selten der Fall ist, auch ohne Steuer in einem halbrechten Winkel aufsteigt. Uebrigens vermag der Vogel durch bestimmte Haltung der Flügel und mit Hülfe des steuernden Schwanzes eine oder gar beide Kräfte zu paralysiren (steigende Lerche; rüttelnder Thurmfalk, großer Würger). Um diese Windmühlenflügelbiegung der Schwungfederfläche genau zu erkennen, sehe man gegen die Schärfe einer der ersten Federn eines Sperlings-, Finken- oder Krammetsvogelflügels. — Ferner, um bei der Federfahne zu bleiben, ist deren vordere Seite, zumal bei den ersten, den eigentlichen Schwungfedern, weit schmaler, fester und straffer, als die hintere; die einzelnen Aeste, woraus sie besteht, gehen unter einem, etwa um die Hälfte kleinern Winkel (20°) vom Schafte ab, als die der hintern Seite, weshalb sie sich weit fester demselben anlehnen. Sie bilden eine kräftige, geschärfte Hornplatte, womit der Vogel die Luft durchschneidet. Die Aeste der Fahne sind ferner seitlich sehr stark zusammengedrückt und stehen beim ausgebreiteten Flügel mit der schmalen Kante nach unten, wodurch, wie bei schmalen, „auf die Kante gesetzten" Balken, eine ungemein große Widerstandsfähigkeit, verbunden mit geringem Material, also mit großer Leichtigkeit, erzielt wird. Auch der feste, elastische Schaft der Schwungfeder zeigt uns eine gleich zweckmäßige Beschaffenheit. Seine sanfte Krümmung nach unten wirkt mit zur Herstellung der muldenförmigen Gestalt des Flügels und diese verhindert ein zu leichtes Entweichen der Luft beim Niederschlagen des Flügels. Die so construirten Federn leisten, wenn man die fortzubewegende Last, sowie die Schnelligkeit, womit die Fortbewegung geschieht, betrachtet, etwas wahrhaft staunenswerth Großes." — Die übrigen Schwungfedern des Flügels, die der zweiten und dritten Ordnung, dienen hauptsächlich als Fallschirm. Zur Ausfüllung und Ueberdeckung der Zwischenräume zwischen den weit auseinander stehenden Spulen aller dieser Schwungfedern dienen mehrfache Lagen von Deckfedern. Der ganze Flugapparat wird durch einen vielfachen Verband der Sehnen von dem Brustmuskel aus wie durch Lenkseile in Bewegung gesetzt, so zwar, daß die einzelnen Federn nach Belieben fächerartig gespreizt

oder ineinander geschoben, und der ganze Flügel gespannt oder halb eingezogen und geschlossen werden kann. Durch gleichmäßiges oder ungleiches und abwechselndes Zusammenwirken der Flügel nebst verschiedener Anwendung des Steuerapparates der Schwanzfedern vermag also der Vogel jene Flugkünste auszuführen, die wieder je nach dem besondern Bau des Vogels und der Flügel eine unübersehbare Manchfaltigkeit zeigen, vom schwerfälligen Flattern mancher Hühnervögel bis zu dem in bogigen Schwüngen geworfenen oder leicht hüpfenden Fluge der Singvögel, von dem reißend schnellen Pfeilfluge der Seeschwalbe bis zu dem majestätischen Kreisen und Schweben der Raubvögel.

Das Federkleid.

Der Körper des Vogels erhielt mit Ausnahme der durch harte Hautschilde bedeckten Füße eine Bekleidung von Federn, deren größere und obere als Contourfedern, schuppenförmig geordnet, eine äußerst leichte Hornbedeckung bilden, unter der sich ein Polster von faserigen, zertheilten Flaumfedern befindet. Dieses ganze äußerst warme, luftige und leichte Kleid schmiegt sich in der fließendsten Beweglichkeit allen Wendungen des Körpers an, ohne daß die einzelnen Federn sich jemals gegenseitig behindern und stopfen, wie solches so deutlich das schillernde Halsgefieder der Taube oder des Haushahnes zeigt. Die Federn sind nämlich nicht gleichmäßig über den ganzen Körper vertheilt, sondern in Federfluren (Pterygien) angelegt, in denen jede Feder mit bestimmter, gerade für ihren Platz zweckmäßiger Biegung des Schaftes angeheftet ist. Zwischen diesen Federfluren bleibt namentlich der Leib und die Brust nackt, durch welche Einrichtung das Brüten durch Mittheilung der strahlenden Körperwärme an die Eier ermöglicht wird. Es sind diese Federn-Raine durchgehends schon bei den jungen, noch in der Entwickelung begriffenen Vögelchen für dessen zukünftige Thätigkeit voraus veranlagt; wo aber etwa bei hochnordischen Schwimmvögeln ein vollständig geschlossenes Federpolster als Schwimm- und Wärmekissen den Leib und die Brust bedeckt, wird die nackte Brütfläche durch Ausrupfen der Federn mit dem Schnabel hergestellt. (Bei der Eidergans.)

Wie der Bau und die Anlage, so läßt auch die Farbe der Federn eine Ausführung erkennen, die trotz tausendfacher Abwechselung im Einzelnen, doch niemals in eine ungeregelte und bedeutungslose Buntheit ausartet; ja es ist wahrscheinlich, daß nicht ein Mal ein einziger Farbenfleck des Vogelgefieders als bloßer leerer Zierrath aufzufassen ist. Daß die auf offenem Boden ruhenden Vögel, wie Feldhühner, Lerchen, Brachvogel, Triel, (Oedicnemus crepitans) bodenfarbiges, graues oder bräunliches Gefieder er-

hielten, daß die Wüstenhühner sandfarbig, daß die Auerhenne, das Birkhuhn und die Schnepfe der Farbe des mit trockenem Laub überstreuten Waldbodens täuschend gleichen, daß Eulen, Nachtschwalben, Wendehälse ein rindengraues und holzbraunes Federkleid erhielten, daß die Weibchen vieler Entenarten schilfbräunlich sind, ergibt sich als eine zum Schutze dienende, höchst zweckmäßige Anpassung an die Umgebung. Der offen dasitzende Vogel bleibt wegen dieser seiner Färbung auf gleichgefärbter Grundlage ähnlich geborgen, wie etwa ein brauner Fleck auf braunem Grunde. Auch der Umstand gibt sich als bedeutungsvoll zu erkennen, daß die Dunenjungen der am offenen Boden brütenden Vögel, z. B. der Möven, täuschend einem Klößchen Erde gleichen, welches etwa mit Schimmelfäden überzogen ist; daß ferner die Weibchen vieler Vögel eine unscheinbare Gefiederfarbe haben, und dadurch bei dem Brutgeschäfte mehr gesichert sind, während das freiere, weniger gefährdete Männchen im prächtigen Federschmuck einherstolzirt. Dieser Unterschied macht sich schon bei den Haushühnern und dem Hahne, bei der bescheidenen Pfauhenne und dem brillant bunten Pfauhahn, bei dem laubbraunen Birkhuhn und dem prachtvoll kohlschwarz glänzenden, mit schneeweißem Flügelfleck und scharlachrother Augenschwiele gezierten Birkhahn bemerkbar. Bei allen diesen Arten bietet die Gefiederfärbung einen bestimmten Nutzen. Es sind die Fälle, die sich unter diesen Gesichtspunkt reihen, so zahlreich, es wurden die Farben in tausendfachen Nuancirungen und Mischungen so durchgreifend dem Vogel und seinen Lebensverhältnissen angepaßt, daß hier durchaus von keiner Zufälligkeit die Rede sein kann. Doch nicht nur eine unscheinbare Gefiederzeichnung, selbst die auffallendste Buntheit mancher Vogelkleider wird uns von jenem teleologischen Gesichtspunkte aus in ihrer Bedeutung verständlich. Bei unserer langjährigen Beobachtung der Vögel in der heimathlichen Natur so wie in der Fremde hatten wir oft Gelegenheit, den überraschenden Zusammenklang zwischen der Gefiederfarbe des Vogels und seiner Umgebung zu gewahren. Welcher einheimische Vogel erscheint uns befremdlicher, als der Eisvogel (Alcedo ispida) mit dem malachitgrünen und lasurblauen Gefieder seiner Oberseite nebst dem Zimmetbraun seiner Brust; und doch, wenn man diesen Vogel im Winter an den offenen Stellen eines Baches oder Flusses nach Fischen spähen sieht, so gewahrt man bei klarer Luft so vielen blauen Spiegelglanz der Wellen oder des Eises, so vielen grünen Schiller des Ufermooses, so viel Zimmetbraun und Fahlgelb an der Rinde der Uferbäume und an verdorrtem Schilfe, daß die Färbung des Vogels nicht im mindesten disharmonisch mit der Umgebung erscheint. Wie grell contrastiren das leuchtende Citronengelb und die tiefschwarzen Schwingen des Pirols (Oriolus galbula); und doch, gewahrt man diesen herrlichen Vogel in den lichten Pappelwipfeln (Populus nigra) der weitaufgeschlossenen Stromebene, wo unten die gelbblumigen

Wiesen im Sonnenschein glänzen und wo oben die jungen Blätter der Pappeln goldig im Lichte transparent werden, während die Aeste mit tiefschwarzem Schatten sich abzeichnen, so hat der Vogel nichts Auffallendes mehr; ja er verschmilzt derartig mit der Umgebung, daß man Mühe hat, ihn in der Baumkrone zu entdecken. Ebenso verliert der so lebhaft abstechende, unmotivirt erscheinende Purpurfleck der Flügel des braunen Alpenmauerläufers (Tichodroma muraria) seine Absonderlichkeit, wenn man den Vogel an brauner Gneiswand, die mit purpurrothen Blüthenbüscheln der Alpenrosen übersäet ist, umherklettern sieht.

Die Verähnlichung der Farbe eines Vogels mit seiner Umgebung ergibt sich im Allgemeinen als um so vortheilhafter, je genauer diese Anpassung durchgeführt ward; aber auch ein niedriger Grad derselben, der nur zur gelegenen Zeit an bestimmter Oertlichkeit hervortritt, hat seinen Nutzen. Die mehr oder minder verborgene Lebensweise des Vogels, seine Stärke und Schnelligkeit, die Schärfe seiner Sinne, seine Gewohnheiten und andere Umstände können ihn von den Schutzmitteln der Färbung mehr oder minder unabhängig machen. Häufig ist es der Fall, daß ein im Uebrigen der Umgebung gleichfarbiges Gefieder ein grellfarbiges Abzeichen erhielt. Wer je die Eichelhäher (Corvus glandarius) im winterlichen Gebüsche der Haidegegenden Norddeutschlands umherstreifen sah, wo oft die Eichen und Buchen den ganzen Winter hindurch ihr lederbraunes Dürrlaub behalten, wird nicht verkennen, wie trefflich sich der genannte laubbraune Wintervogel seiner nächsten Umgebung einfügt. Als grelles Abzeichen erhielt derselbe nur einen schmalen, blau, schwarz und weiß gewürfelten Streifen an dem vordern Flügelsaume. Ein Abzeichen schwarzer und weißer Binden des Flügels und des Schwanzes schmückt den Wiedehopf, der weder auf Bäumen noch an der Erde wegen seiner im Uebrigen eintönig braunen Farbe besonders auffällt. Wir hatten einmal das Vergnügen, den seltenen nordischen Wintergast, den Seidenschwanz (Bombycilla garrula), an einem kahlen Baume kletternd zu erblicken. Der Vogel hat eine höchst eigenthümliche Farbe, die, aus unbestimmten schwachen Tönen von Grau, Braun und Violett gemischt, sich durchaus harmonisch der ähnlichen falben Färbung der Rinde des winterlichen Gehölzes anschmiegt. Als einziges kleines, grell abstechendes Zeichen erhielt er an dem Vorderrand seiner Flügel eine gelbe schmale Borte nebst einem siegellackrothen Tröpfchen. Das Goldhähnchen (Regulus ignicapillus), welches in seinem grünen Gewande in den Kronen der winterlichen Kiefern unserer Haide keineswegs auffällt, hat ein feuergelbes Kopfstreifchen. Ein solches farbiges Abzeichen dient immerhin dazu, einen sonst der Umgebung verähnlichten Vogel nicht ganz in dem gleichfarbigen Hintergrunde verschwinden zu lassen. Der Vogel bleibt einerseits seines Gleichen aus einiger Entfernung erkennbar, was zur Erfüllung wichtiger Lebensaufgaben dienlich ist; anderseits ist er aber

vor seinen Feinden nicht gänzlich geborgen, und es kann seiner übermäßigen Vermehrung immerhin leichter Einhalt gethan werden. Es wird freilich in sehr vielen Fällen nicht möglich sein, mit einer solchen Bestimmtheit, wie in den zuerst von uns angeführten Beispielen der Gleichfarbigkeit zwischen dem Vogel und seinem Aufenthaltsorte, oder mit einer solchen Wahrscheinlichkeit, wie in den letzterwähnten Beispielen theilweiser Anpassung darzuthun, zu welchem Vortheil dem Vogel seine Färbung gereiche. Nichts desto weniger darf man mit Grund annehmen, daß sogar jede kleine Nuance, wir möchten sagen, jeder Pinselstrich in dem großen Kunstwerke der Natur von innen aus durch die Gesetze des Organismus, durch seine Aufgabe und seine Verhältnisse bedingt und in Beziehung auf ein Ziel gesetzt sei. Aber selbst dann, wenn die Färbung zuweilen oder gar oftmals nur zum Schmucke diente, wäre dieses letztere keine Widerlegung der Zweckmäßigkeit. „Wenn an einem Kunstwerke manches nur zur Verschönerung, zur Zierrath dient," sagt Professor Altum [24]), „wenn es albern wäre, die Zweckmäßigkeit des Werkes, etwa einer Gondel, deshalb bemäkeln zu wollen, weil sich vorn ein vergoldeter Neptunkopf oder der vergoldete Vordertheil eines Schwanes daran befindet, dessen Zweckmäßigkeit für den Gebrauch des Fahrzeuges vollkommen geleugnet werden muß, so ist es eben so ungereimt, die teleologische Auffassung der äußern Erscheinung eines Vogels darum bespötteln zu wollen, weil wir irgend eine Zierrath desselben durchaus nicht vom Nützlichkeits-Standpunkte aus begreifen können.

Der Gesang des Vogels.

Vor allen andern Thieren erhielt der Vogel die Gabe des melodischen Gesanges; wenn diese aber fehlt, vermag der Vogel immerhin durch verschiedene, in bestimmter Ordnung zusammengesetzte Laute oder durch einzelne Rufe sich bemerklich zu machen. Auch diese Stimmbegabung der Vögel hat ihre nähere und weitere zweckmäßige Bedeutung, die nächste als Signalruf, wodurch eine Menge Vögel derselben Art an eine Stelle zusammengeführt werden, oder als Lockruf, wodurch sich die Paare zusammenfinden, oder auch als Warnungsruf, durch den andere Vögel, die brütenden Weibchen oder die Jungen auf eine Gefahr aufmerksam gemacht werden. Für das Leben der Vögel und die Oekonomie in der Natur hat namentlich der eigentliche Gesang seine Wichtigkeit. Es pflegt nur das Männchen und zwar in der Brütezeit in der Nähe seines Nestſtandortes zu singen. Dadurch macht es sein Gebiet schon von weitem kenntlich, ein Umstand,

---

[24]) „Der Vogel und sein Leben."

der für die Haushaltung des Vogels höchst wichtig erscheint. Das Vogelpaar bedarf nämlich für sich und seine Brut einen Bezirk von gewisser Größe und Beschaffenheit, wo sich eine hinreichende Menge von Nahrung findet. Es ist nöthig, daß andere Vögel derselben Art aus diesem Bezirke fern gehalten werden, weil dieselben den nöthigen Lebensunterhalt dem ersten Paare großentheils nehmen, selbst aber nicht zur Genüge Vorrath auf diesem Gebiete finden würden. Wenn überhaupt sämmtliche Singvögel derselben Art ordnungslos vertheilt nisteten, so würde der Fall eintreten, daß in manchen zu sehr besetzten Gegenden viele Pärchen sammt ihren Jungen aus Futtermangel verhungerten, nachdem die zu ihrer Nahrung dienenden Insecten ausgerottet wären; hingegen würde der Pflanzenwuchs übermäßig befördert werden. Anderseits würden die unbesetzt gebliebenen Districte dem Insectenfraße anheimfallen. Zur Verhinderung einer solchen Confusion der Brutgebiete dient nun zunächst der weithin schallende Gesang, wodurch das Männchen andern Vögeln seiner Art zu erkennen gibt, daß dieser Bezirk besetzt sei. Die übrigen Pärchen suchen dann ein anderes Revier und sie vertheilen sich durch ihre Signalrufe in passender Weise. Würden auch die Weibchen ihre Stimmen einmischen, so wäre die Ordnung jedenfalls nicht so leicht und einfach zu bewerkstelligen. Jedes Paar hält genau die Grenzen seines Gebietes inne. Eingriffe eines Nachbarn oder umherschweifender einzelner Vögel derselben Art werden gebührend mit Schnabelhieben in erbittertem Kampfe zurückgewiesen. So bleibt die Oekonomie der Natur in bestimmten Gegenden in bester Ordnung. Die Vögel indessen, welche kein genau begrenztes Brutrevier nöthig haben, wie die Seeflieger, welche scharenweise sich am Strande und über den Wogen tummeln, bedürfen offenbar auch nicht des Gesanges, und würde derselbe ohnehin beim Toben der Wellen nicht vernehmbar sein. Zahllose Schwimm- und Watvögel gleicher und verwandter Arten nisten daher nicht selten friedlich in Gesellschaft etwa in den Dünen oder auf Klippen; hingegen auf dem Meere wissen sich diese Vögel nach ihren verschiedenen Fischgründen oder nach dem Stande der Ebbe und Fluth zu vertheilen.

Die Säugethiere.

Der Blutumlauf.

Während der Körperbau der Vögel im Allgemeinen noch eine gewisse schablonenhafte Einförmigkeit bewahrt, gelangten die Säugethiere zu einer äußerst manchfaltigen Entwickelung der Gestalt.

Die Gliederung der Säugethiere ist eine freiere, und dennoch steht in ihr der eine Theil zu dem andern in einer solch durchgreifenden Beziehung,

daß man aus dem Bau eines Zahnes, eines Knochens auf die ganze Zusammensetzung des Knochengerüstes, auf den Bau der Füße, auf die Gestalt und auf die Lebensweise der Art und Gattung mit Sicherheit schließen kann.

Indeß in einem noch ungleich höhern Grade zeigt sich bei den innern Organen der Säugethiere, wie auch in dem Bau der Sinneswerkzeuge ein Zusammenwirken, eine Beziehung der Theile auf ein bestimmtes Hauptergebniß, so daß hier an Vollkommenheit alles übertroffen wird, was die menschliche Kunst und Weisheit an zweckmäßigen Werkzeugen und Leistungen zu Stande bringt. Zur Erläuterung möge hier, auf dieser obersten Stufe des Thierreichs, zunächst ein kurzer Blick geworfen werden auf den überaus wichtigen Proceß des Blutumlaufs, der von dem Herzen ausgeht.

Das Herz stellt gleichsam eine Werkstätte dar, in der eine rastlose, in bestimmtem Rhythmus verlaufende, der Hauptsache nach unergründliche Arbeit stattfindet. Das im Gehirn-Rückenmark (genauer in dem Theile desselben, den man das verlängerte Mark nennt) befindliche Centrum, von dem aus die geregelte Arbeit des hohlen Herzmuskels durch Vermittelung einer Nervenleitung unterhalten wird, ist nämlich mit den merkwürdigen in ihm sich abspielenden Vorgängen ebenso wie die eigenthümliche Arbeitsleistung der in der Herzsubstanz selbst eingestreuten Nervenzellen (Herzganglien) im Wesentlichen noch in undurchdringlichem Dunkel verborgen, trotz der regsten Thätigkeit der Physiologen, die seit vielen Jahren auf diesen Punkt hingerichtet ist und trotz einzelner, bereits gewonnener, schwer wiegender Erkenntnisse. Nur so viel wissen wir, daß die rhythmischen Zusammenziehungen (und Erweiterungen) des Herzens in der allerwunderbarsten Weise von zwei einander entgegenwirkenden Nervenpartieen beeinflußt und auf das genaueste von Seiten des Nervensystems regulirt werden. Hier soll allein die durch einfache Anlage und großartige Leistungen staunenswerthe Einrichtung des Herzbaues betrachtet werden, welche den Kreislauf des Blutes ermöglicht. [25])

Zwei dicke Venenstämme, die obere und die untere Hohlvene, führen das aus ihren Aesten und Zweigen gesammelte Blut in die Vorkammer der rechten Herzhälfte. Diese Vorkammer ist von der unter ihr stehenden Hauptkammer durch ein dreiklappiges Ventil geschieden (die sogenannte dreizipfelige Klappe). Indem nun die Vorkammer durch Zusammenziehung ihrer Muskelwände das in sie getretene Venenblut zusammenpreßt und indem gleichzeitig die Hauptkammer sich erweitert und dadurch das Blut aus der Vorkammer ansaugt, wird das Blut durch das Ventil getrieben, da letzteres so construirt ist, daß es nur gegen die Hauptkammer sich öffnen kann. Hierauf schnüren sich die Muskelwände dieser jetzt gefüllten Herzkammer

---

[25]) Folgende Beschreibung ist dem menschlichen Blut-Kreislauf, mit dem fast bis in's kleinste Detail jener aller Säugethiere übereinstimmt, entnommen.

zusammen, sie drücken das geöffnete Ventil wieder nach oben und schließen es; damit dasselbe aber nicht durch die starke Pressung aus den Fugen gerissen werde und sich in die Vorkammer hinein überbiege, und also eine Oeffnung lasse, sind die drei Zipfel des Ventils unterseits mit Fäden (Sehnenfäden) an Fleischwarzen befestigt, die frei aus der muskulösen Kammerwand nach Innen hervorragen. Schnürt sich nun diese Herzkammer zusammen, so kann das in ihr enthaltene Venenblut keineswegs in die also abgeschlossene Vorkammer zurücktreten; vielmehr muß dasselbe in eine seitwärts an der Herzkammer beginnende dicke Ader, nämlich in die große Lungenschlagader getrieben werden. Damit es aber aus dieser Ader durch die der Zusammenschnürung folgende Erweiterung der Kammer nicht wieder in letztere zurückgesaugt werde, sind an dem untern Theile dieser Schlagader, dicht oberhalb der sie speisenden Herzkammer, drei halbmondförmige Klappen derart angebracht, daß sie beim Einströmen des Blutes von der Kammer in die Arterie sich glatt an die Wand der letztern anlegen und somit das Blut frei passiren lassen, während sich ihre Taschen sofort mit Blut füllen und durch Aneinanderlagerung einen dichten Verschluß bilden, sobald die rückläufige Bewegung des Blutes eingeleitet wird. Wir finden hier also ein Zusammenwirken von Apparaten, die bis in das geringste Detail, bis auf die feinsten Fäserchen und Häutchen eine genau berechnete Zweckmäßigkeit erkennen lassen.

In zwei Aesten führt alsdann die Lungenschlagader ihr venöses Blut den beiden Lungenflügeln zu, wo dasselbe durch ein Netzwerk von äußerst feinen Gefäßröhrchen (Capillaren) hindurchgetrieben wird, welches die Lungenzellen (Alveolen) umspinnt. Diese Alveolen sind äußerst zart gebaute Endbläschen der Luftröhren, die bei jedem Einathmen mit sauerstoffhaltiger Luft schwellend gefüllt werden. Während also das Blut durch das die Alveolen umspinnende Maschenwerk der Capillaren strömt, hat es Gelegenheit, sich mit dem nothwendigen Sauerstoff zu sättigen und sich der Kohlensäure und anderer Auswurfstoffe zu entledigen. So wird das Blut während des Durchströmens durch das Lungen-Capillarsystem wieder für die Ernährung des Körpers brauchbar; es nimmt eine hellrothe Farbe an. Aus dem genannten Maschenwerk der feinsten Gefäßchen treten wieder größere Stämmchen heraus, die sich vor und nach zu immer stärkern vereinigen und schließlich in vier große Adern (die Lungenvenen) münden, welche in die Vorkammer des linken Herzens eintreten. Dieses, mit dem rechten Herzen äußerlich zu dem einen Herzen verbunden (ein Zeugniß weisester Oekonomie), besteht ebenfalls aus einer Vorkammer und einer Hauptkammer und treibt durch einen Apparat von Ventilen und Sehnenfäden, ähnlich wie bei der vorhin beschriebenen Herzhälfte, das Blut in die bedeutendste, am Oberende der linken Herzkammer austretende Schlagader des Körpers, in die Aorta, von wo aus

es durch die zahlreichen, von der Aorta ausgehenden und sich immer mehr theilenden und verfeinernden Adern und Aederchen den ganzen Körper durchrieselt. Zwischen den Fibrillen der Muskelbündel, den Fasern der Nerven, den Zellen der Drüsen, in den Canälchen der Knochensubstanz so gut wie in allen Häuten und Geweben der Weichtheile verzweigen sich netzförmig die letzten Ausläufer dieser Blutader, die Capillaren, so daß (Knorpel, Nägel, Haare und Zähne ausgenommen) nicht die kleinste Stelle am Körper gefunden werden kann, welche der Haargefäße entbehrte. Aus diesem also zugeleiteten Blute entnehmen die Gewebetheile des Körpers alle die Stoffe, welche sie zu ihrer Bildung, Entwickelung und ihrer Ernährung gebrauchen. Im Blute finden sich nämlich die Vorräthe, die der Körper zu seinem Aufbau und seiner Erhaltung nothwendig hat, vorab Sauerstoff, Nahrungseiweiß, Fett und Kohlenstoffverbindungen, dann anorganische Bestandtheile, wie Eisen, Kalk, phosphorsaure und schwefelsaure Salze und Chlorverbindungen. Zur leichtern Verbreitung des für die kleinsten Gewebetheile ganz unentbehrlichen Sauerstoffes dient auch die höchst zweckmäßige Form der Blutkügelchen, jener im hellen Blutwasser schwimmenden rothen Körperchen, welche die Träger des Sauerstoffes sind, indem sie denselben in lockerer, chemischer Verbindung an sich fesseln, während sie die Lungenzellen passiren, um sie später den nach Sauerstoff schmachtenden Geweben abgeben zu können. Diese Blutkörperchen haben nämlich im Allgemeinen eine Scheibengestalt mit vertieften Oberflächen und sind äußerst biegsam, dehnbar und glatt, so daß sie sich leicht neben einander fortbewegen und durch die engsten Capillaren hindurch gelangen.

Die Verdauung.

Der Blutumlauf und die Athmung stehen wie untereinander, so in der innigsten Verbindung mit der Verdauungsthätigkeit, durch welche eben die für das Blut nöthigen Stoffe hergerichtet werden. Die Verdauung ist die chemische Befreiung der Nahrungsmittel von den drei für den Aufbau und Fortbestand des Körpers theils unbedingt nothwendigen, theils sehr wichtigen organischen Nährstoffen: den Eiweißkörpern, den Fetten und den Kohlenhydraten (Mehl- und Zuckerstoffen), sowie die Ueberführung dieser Nährstoffe in solche Formen (Modificationen), welche gemeinschaftlich mit den ebenfalls in den Nahrungsmitteln enthaltenen und dem Körper unentbehrlichen anorganischen Stoffen, den Salzen (Natron-, Kali-, Kalk-, Chlor-, Phosphor-, Eisenverbindungen), dem Wasser 2c. der Säftemasse des Körpers zugeleitet werden können. Durch ein verwickeltes System zu einander hingeordneter Processe werden diese Zwecke realisirt.

Die Verdauung beginnt schon in der Mundhöhle, in der die Speisen mit dem Speichel durch das Kauen untermischt werden. Dieser Verdauungssaft greift die Mehl- und Zuckerstoffe an und vollendet die Umwandlung eines Theiles derselben im Magen. Dem letztern selbst fällt hauptsächlich die Verarbeitung der Eiweißkörper zu, welche einen Hauptbestandtheil unserer Nahrung bilden, da die Muskelsubstanz, das sog. „Fleisch", zu ihnen gehört. Der im Allgemeinen schlauchförmige Magen stellt gewissermaßen ein chemisches Laboratorium dar. Die Magenwand sondert nämlich während der Verdauung einen Saft ab, der aus einer von Salzsäure stark durchsetzten Flüssigkeit besteht, welche aus den Lab-Drüsen der Magenschleimhaut abgesondert wird und einen zersetzend wirkenden (fermentativen) Stoff, das Pepsin, enthält. Durch die Einwirkung dieses Magensaftes wird das in der Nahrung enthaltene Eiweiß, der Käsestoff und der Faserstoff zu einem formlosen, angesäuerten Brei verwandelt, der außer den bereits theilweise verdauten Kohlenhydraten und Eiweißkörpern die Fette noch völlig unverdaut enthält. Die Gedärme, in welche dieser Brei tritt, sind zähe, glatte, häutige Hohlcylinder, welche durch ein besonderes Gewebe (mesenterium) an der Bauch- und Rückenwand befestigt und dadurch gegen Verwickelung, Zerrung und Zerreißen der Darmnerven und Blutgefäße geschützt sind. Die Darmhaut, in welcher glatte, der Länge und Quere nach verlaufende Muskelfasern eingewebt sind, ist auf ihrer Innenseite mit einer lockern, von zahlreichen kleinen Drüsen durchsetzten Schleimhaut bekleidet. Der Speisebrei wird nun durch die Einwirkung dieser kleinen Darmdrüsen weiter umgeändert, und zugleich greifen hierbei zwei große Drüsenorgane ein, nämlich die Leber und die Bauchspeicheldrüse (Pankreas). Die Leber dient zur Erzeugung der Galle, einer bittern, gelbgrünen Flüssigkeit, welche in eine besondere Blase gesammelt und für den Gebrauch bereit gehalten wird. Die Galle verändert die in der Nahrung enthaltenen Fette derart, daß sie für die Aufsaugung befähigt werden. Der Saft der Bauchspeicheldrüse endlich verdaut einen großen Theil der bisher noch unzersetzt gebliebenen Eiweißkörper und Kohlenhydrate. Ist die aufgenommene Speise durch die zusammenstimmende Arbeit aller dieser Organe genugsam zersetzt und flüssig gemacht, so werden ihr durch die aufsaugende Wirkung der an der innern Darmwand befindlichen feinen Lymphgefäße die aufgelösten, für die Erhaltung des Körpers nöthigen Stoffe entzogen; aber auch diese Stoffe müssen noch fortschreitend umgeändert werden, bis sie geeignet sind, Bestandtheile des Körpers zu werden.

Die Weiterführung der von den Verdauungsorganen zersetzten, flüssig gewordenen Nährstoffe erfolgt hauptsächlich vom Dünndarm aus. Die Innenwand dieses Darms ist nämlich mit vielen Millionen von Zotteln besetzt, die mit einer zelligen Oberhaut bedeckt sind und in welche die äußerst

feinen verzweigten Enden der Blutgefäße und die dickern Endigungen der Lymphgefäße wie ein System von Saugwurzeln eintreten. Die Blutgefäße saugen nun aus der sie umspülenden Nahrungsflüssigkeit des Darms auf dem Wege der Endosmose einige Bestandtheile auf, während der Hauptantheil des milchigen Saftes, der das Endergebniß der verschiedenen Verdauungsprocesse ist und die oben erwähnten Stoffe alle in sich enthält, von den Chylusgefäßen aufgesaugt wird. Diese bilden einen Theil des den ganzen Körper durchziehenden, feinen Canalsystems der Lymphgefäße, in welches System die Lymphdrüsen als zellenspendende Organe eingeschaltet sind. Dieses Gefäßsystem endigt in zwei etwa eine Linie im Durchmesser dicken Röhren, den Milchbrustgängen, welche ihren Inhalt in zwei große in die obere Hohlvene einmündende Venenstämme ergießen. So gelangt also der Nährstoff direct in das rechte Herz und wird, mit dem venösen Blute untermischt, durch die Lungen getrieben, um schließlich durch das linke Herz allen Geweben des Körpers wieder zugeführt zu werden.

Wie zahlreiche chemische Vorgänge auch bei der Verdauung ihre Rolle spielen, so wenig würden sie allein letztere möglich machen. Die Absonderung der Verdauungssäfte in den Drüsen, die Fortbewegung des Speisebreies durch den 30—40 Fuß langen Magen-Darmcanal, welche die Muskulatur seiner Wandung besorgt, die Auffaugung der zubereiteten Nahrungsbestandtheile, alles dieses würde ohne die Existenz und Mitwirkung von Nerven nicht stattfinden können. Sehen wir also zu, in welcher Weise das Nervengewebe mit den Organen überhaupt in Verbindung steht.

Das Nervensystem.

Wäre es möglich, den menschlichen Körper von allen Bestandtheilen, die nicht Nervenelemente sind, zu befreien, derart, daß letztere allein übrig und in ihrer natürlichen Lage erhalten blieben, so würde sich uns das wunderbarste Bild darbieten. Wir hätten dann einen Körper mit allen seinen Organen, von verschwindenden Ausnahmen abgesehen, den äußern Umrissen nach vor uns, gebildet aus einem erstaunlich feinen, klar durchscheinenden Gewebe, dessen zarteste Theile mikroskopisch als ein Netz- oder Flechtwerk feinster Fäserchen sich erweisen würden, welche in Zellen oder zellenähnliche Gebilde ausliefen. Aus dem lichten Schemen dieses Leibes würde derb und dunkel die große Ganglienmasse des Centralnervensystems, die man Gehirn-Rückenmark nennt, hervortreten, und so auch die zwölf Paare der von der Basis des Hirns, und die 31 Paare der von den Seitenrändern des Marks ausgehenden Nervenstämme und deren Verzweigungen, welche, wie die Aeste, Zweige und Zweiglein eines Baumes, auf dem Wege zu den Organen, für

welche sie bestimmt sind, sich spalten und so schließlich das zarte Flechtwerk ihres Endapparates aus sich hervorgehen lassen. Endlich würden alle Stellen des Körpers, an denen die Nervensubstanz in dichtern Massen sich anhäuft, der Augenhintergrund ꝛc., dichter und dunkeler sich abheben. Wenn wir nun die äußern Formen der Knochen, der Bänder, der Muskeln, der Häute, der Drüsen und Gefäße bis zu den feinsten Capillaren bloß aus Nervensubstanz gewebt und gleichsam hingehaucht sähen, so würden wir staunen ob der Menge und Verbreitung dieses Gewebes, und dann erst eine deutliche Vorstellung von der innigen Beziehung aller Organe zum Nervensystem gewinnen.

Die Nervensubstanz besteht ihrer chemischen Zusammensetzung nach aus einem Eiweißkörper, Fett, Phosphor und einigen andern Stoffen; ihrer geweblichen (histologischen) Bildung nach aus Fasern und Zellen. Erstere bewirken die Verbindung der letztern untereinander (im Centrum) und mit den Endorganen (der Peripherie) und stellen nur Leitungen vor, welche die Erregungen der peripherischen und centralen Nerven-Endapparate wechselsweise übertragen, ähnlich wie der Draht des Telegraphen elektrische Erregungen nach entgegengesetzten Richtungen hin befördert. Ueber alles Ermessen groß ist die Zahl dieser einzelnen Leitungsfäden und der einzelnen Endorgane. Von erstern verlaufen in einem Nervenstamme von nur 1mm. Durchmesser schon Tausende nebeneinander. Jede einzelne Faser ist und leitet von der andern isolirt auf dem langen Wege vom centralen Ursprunge bis zur peripherischen Endigung, welche durch feinste Zerfaserung und netzförmige Verbreitung dieser Faserung in den betreffenden Organtheilen erfolgt. Je nach dem eigenthümlichen Bau dieses Organtheiles, je nachdem dieser eine Muskelfaser oder eine Drüsenzelle, oder ein Tastkörperchen, oder ein zellenähnliches Gebilde, wie wir sie in der Netzhaut des Auges und anderswo antreffen, darstellt, gestaltet sich die eigenthümliche Art der Leitung verschieden. Einige dieser Endorgane werden nur vom Centrum, von der Ganglienzelle aus zur Thätigkeit angeregt; so die Muskelfasern, denen die Nervenfasern den vom Willen durch Vermittelung der Ganglienzellen ausgehenden Reiz zur Zusammenziehung zuführen; ferner die Drüsenzellen, welche theils vom Cerebrospinalsystem (Gehirn-Rückenmarke), theils von den peripherisch gelegenen Ganglienknoten aus zur Absonderung angeregt werden. Andere Endorgane empfangen umgekehrt von Außen den ursprünglichen Reiz, dessen Erregung sie durch die Nervenfasern den Ganglienzellen übertragen. So die Tastkörperchen der Haut und die in den Papillen der Häute anderweitig erfolgenden Endigungen von Nervenfasern, deren Erregung durch Druck (Tasten), Temperaturunterschiede ꝛc. erfolgt und im Centralorgan zum Bewußtsein gelangt. Nach diesen verschiedenen Bestimmungen der Nervenfasern unterscheidet man Bewegungs-, Gefühls-, Gefäße- und Drüsen-Nerven, während die

Nerven, welche für die Leitung ganz eigenthümlicher Erregungsqualitäten bestimmt sind, wie für die Geschmacks-, Geruchs-, Schall- und Licht-Wahrnehmung, nach den betreffenden Sinnen benannt werden.

Wie wundervolle Zweckmäßigkeiten sich auch immer in der verwickelten Anlage des Central-Nervensystems aussprechen, soweit wir dieselbe jetzt schon begreifen können — und doch liegt die Kenntniß des Einzelnen und des Zusammenhangs der verschiedenen Centren, sowie vielfach auch deren genauer Begrenzung oder sogar selbst ihrer eigentlichen Lagerung noch ganz in den Anfängen —, so schwierig ist deren Darlegung namentlich in populär-verständlicher Weise. Verlassen wir daher dieses Gebiet und gehen dazu über, an der Einrichtung zweier mit dem nervösen Centralapparat in innigem Zusammenhange stehender Sinnesorgane, an dem Auge und Ohr, die Weisheit des Schöpfers zu bewundern.

Das Auge und Ohr.

Die zarte, lichtvolle Kugel des Auges ist durchaus, wie der genaueste physikalische Apparat, für die Eigenschaften des Lichtes eingerichtet, in einer Weise, daß die ganze Wissenschaft der Optik und ein großer Theil der über die Lichtwirkungen handelnden Abschnitte der Physik mit allen ihren scharfsinnigen Berechnungen eben nur aus dem Bau und der Thätigkeit des Auges erschlossen sind. Die Hohlkugel des Auges ist also construirt, daß sie verkleinerte Bilder der in ihren Bereich kommenden Gegenstände der Außenwelt aufnimmt. Das Abbild dieser Gegenstände mit ihrem Licht, ihren Farben und Schatten bringt durch die kreisrunde Sehöffnung, durch die Pupille, in das Innere des Auges bis auf den Grund desselben, bis auf die Netzhaut, die aus einer erstaunlich manchfaltig gebildeten, der feinsten Untersuchung kaum zugänglichen Nervensubstanz besteht. Diese ist die Endausbreitung des Sehnerven, vermittels dessen die von der Netzhaut empfangenen Eindrücke zum Gehirn geleitet werden. Aber wie ist die schwierige Aufgabe gelöst, die Bilder der Außenwelt, also Lichteindrücke, in verkleinertem Maßstabe bis auf den Grund der innern hintern Augenwölbung zu bringen? Zu diesem Behufe sind durchsichtige, lichtbrechende Flüssigkeiten und Körper in genauester Zusammenstellung angewandt, durch welche die Lichtstrahlen des von außen aufzunehmenden Bildes gesammelt und genau auf eine bestimmte Stelle der Netzhaut gebracht werden. Die gewölbte und durchsichtige Hornhaut hat eine sphärische Fläche und hierdurch das Vermögen, die auseinanderweichenden Lichtstrahlen zusammenzurücken. Auf solche Weise einander genähert, gelangen die Strahlen auf die durchsichtige Linse, welche die durchfallenden Lichtstrahlen auf ihrer andern Seite in dem sogenannten Brenn-

punkte sammelt. Zwischen der Linse und Netzhaut folgt dann der durchsichtige Glaskörper, welcher sich mit einer Höhlung seiner Vorderseite an die gewölbte Rückseite der Linse genau anschließt, und deshalb das Sammeln der bereits genäherten Lichtstrahlen fortsetzt. Das Resultat aller dieser Brechungen ist, daß die Lichtstrahlen, welche von einem in die Sehweite gerückten Gegenstande ausgehen, genau in einem Punkte der äußersten zur Netzhaut gehörenden Schicht (Stäbchenschicht der Anatomen) sich sammeln können.

Es ergibt sich als physisch unmöglich, daß Gegenstände, die in verschiedenen Graden entfernt sind, gleich deutliche Bilder durch Glaslinsen auf derselben Fläche erzeugen, und zwar wegen verschiedener Divergenz der Lichtstrahlen. Jedoch vermögen gesunde Augen die verschiedentlich entfernten Gegenstände nacheinander mit genügender Deutlichkeit zu erkennen, indem das Auge sich durch Abflachung oder Wölbung des Augapfels und durch Vor- oder Rückwärtsbewegung der Linse darnach einrichtet. Man nennt diese Fähigkeit das Accommodationsvermögen.

„Das Auge," bemerkt K. E. v. Baer [25]) „hat noch einen andern viel augenscheinlichern Corrections-Apparat. — Sphärische Flächen sammeln nicht eigentlich alle Strahlen auf einen Punkt. Um das genau zu können, müssen sie eine andere Wölbung haben, die man die parabolische nennt, auf die wir hier aber nicht eingehen können. Da diese Flächen jedoch schwer herzustellen sind, so bedient man sich gewöhnlich der sphärischen Flächen für unsere optischen Instrumente; weil aber von diesen diejenigen Strahlen, die von der Achse der Linse weiter abstehen, anders gebrochen werden als die ihr nahe gelegenen, setzt man eine ringförmige Blendung an die Linse, um die äußern Strahlen abzuhalten. Eine solche Blendung hat unser Auge auch in der Iris oder Regenbogenhaut, aber eine lebendige, welche sich erweitern und zusammenziehen kann nach Bedürfniß. Bei reichlichem Lichte wird die Iris breiter und läßt nur eine mäßige Oeffnung in der Mitte unbedeckt; bei schwachem Lichte zieht sich die Iris nach ihrem äußern Rande zurück, und die Pupille wird größer. Zu allen diesen Vorrichtungen kommt nun noch, daß gerade an der Stelle, wo der Augapfel liegt, die äußere Haut geöffnet ist, um das Licht durchzulassen, wenn man sehen will, und daß man durch zwei bewegliche Hautfalten, die nicht durchsichtigen Augenlieder, die Oeffnung verschließen kann, wenn man durch einen äußern Anblick nicht gestört sein will. Noch merkwürdiger ist es, daß diese Hautfalten von selbst, wie man zu sagen pflegt, das heißt ohne unsern Willen, das Auge bedecken, wenn ein fremder Körper sich gegen dasselbe bewegt und ihm Gefahr droht." — Nach diesen Auseinandersetzungen bemerkt K. E. v. Baer,

---

[25]) Studien aus dem Gebiete der Naturwissenschaften, II. Theil.

daß man ihm doch gestatten müsse, in jenen Einrichtungen eine kunstvolle Zusammensetzung anzuerkennen, — da ihm eben kein anderes Wort als ein aus menschlichen Verhältnissen genommenes zu Gebote stände. Er betont ausdrücklich, daß die ganze Einrichtung zu dem Ziele führt, dem Thiere oder dem Menschen die Fähigkeit zu geben, die sichtbaren Gegenstände außer ihm zu sehen, wogegen die Versicherung, daß alle Theile des Auges durch die allgemeinen Naturkräfte mit Nothwendigkeit erzeugt sind, die Einsicht nicht mehrt. „Daß die Augen nicht von einem Optiker eingesetzt sind, wie ein Ausstopfer seine künstlichen Augen in einen Thierbalg setzt, weiß auch das Kind. Man könnte aber durch jene Versicherung von nothwendiger Bildung ohne Ziel leicht zu der Meinung verleitet werden, daß ähnliche Bildungen in manchfacher Abstufung in demselben Leibe sich finden. Es sind aber bei allen Wirbelthieren immer nur zwei Augen da, und immer im Kopfe. Durchsichtige Apparate ohne Zweck kommen bei diesen Thieren nirgends vor. Dagegen wechseln die einzelnen Theile der Augen sehr deutlich zweckgemäß. Die Fische haben viel stärker geformte Linsen als die Luftthiere, doch wohl weil für jene die Lichtstrahlen aus einem dichtern Medium kommen, als die Luft ist, und stärker gebrochen werden müssen, um sich wieder in Punkten zu vereinigen. — Bei den wirbellosen Thieren ist die Zahl nicht so beschränkt; das Auge ist gleichsam getheilt, doch sitzen alle diese Theile im Kopfe, so lange dieser deutlich abgegrenzt ist. Wenn der Kopf nicht bestimmt abgegrenzt ist oder ganz fehlt, können augenähnliche Punkte, die vielleicht Licht empfinden, auch an andern Theilen vorkommen.“

„In dem Ohre ist das Ziel nicht weniger augenscheinlich. Es soll die Schwingungen der Luft, die wir Laute nennen, empfinden. Die Schwingungen treffen das Trommelfell und werden, durch einen complicirten Apparat von kleinen Knöchelchen fortgesetzt, zu einer sehr manchfach gewundenen kleinen Knochenhöhle, dem Labyrinthe, geleitet. In diesem Labyrinthe schwebt ein eben so gestaltetes zartes, häutiges Labyrinth mit einigen Tröpfchen Flüssigkeit. In das häutige Labyrinth breitet sich der Hör-Nerv mit sehr zahlreichen Fäden aus und wird von den Erschütterungen dieser Flüssigkeit erregt. Im Auge mußten durchsichtige Massen das Licht durchlassen und sammeln, damit es auf den Seh-Nerv wirken könne; im Ohr sind es feste Körper, welche die Schallwellen bis zu den Nerven-Enden leiten. So ist jedes Sinnesorgan für seine Bestimmung besonders eingerichtet.“

„Es wäre überflüssig, sämmtliche Theile des Leibes auf diese Weise durchzugehen. Wenn es auch nur kurz geschähe, würde es doch ein Buch füllen. Ein organischer Körper besteht ja eben dadurch, daß ein Theil zu dem andern paßt und so gebaut ist, daß er geschickt ist, dem ihm zufallenden Antheil am Lebens-Processe zu genügen.“

Widerlegung der gegen die Naturzweckmäßigkeit erhobenen Einwände.

Die vorstehenden Betrachtungen haben die Thatsache einer weltumfassenden Zweckmäßigkeit von den verschiedensten Richtungen her sichergestellt. Es erübrigt noch, einige aus einer pessimistischen Stimmung unserer Tage hervorgegangene Aussetzungen gegen die Vollkommenheit der Welt zu erörtern, weil durch solche Bemäkelungen die Naturzweckmäßigkeit selbst oder doch die Güte der höchsten Ursache in Zweifel gezogen wird.

Wir werden nicht fehlgreifen, wenn wir an erster Stelle den Grund des Tadels der Natur als einen pathologischen hinstellen. Die Geschichte des Alterthums und der Neuzeit leitet dazu an, denn jene Mißachtung der von den Griechen noch als Kosmos gefeierten Welt trat zuerst in der römischen Kaiserzeit als offenbare Krankheitserscheinung hervor. In dieser durch Schwelgerei und Frevel zerrütteten Zeit wurde nach Seneca's Sittenschilderungen das Dasein von den blasirten Genußmenschen als eine Bürde empfunden. Tacitus, der die wüsten Fieberparoxismen und die öde Abspannung des dem Tode entgegenreifenden Heidenthums sah, fühlte sich zu dem Zweifel gedrängt, ob wirklich die Götter die Welt lenkten, oder ob die Ereignisse sich nach dem blinden Verhängnisse abrollten. In neuester Zeit sind es die Einflüsse einer Literatur und Kunst, welche der Emancipation des Fleisches huldigte und dann vom Fleische Verwesung erntete; es ist die bis zum Aeußersten fortgeschrittene, aus gänzlicher Haltlosigkeit hervorgegangene philosophische Zweifelsucht; es sind mancherlei drückende sociale Mißstände und die durch dieselben herbeigeführte Anhäufung vielgestaltigen Elends, welche einer pessimistischen Weltanschauung besonders innerhalb der höhern Schichten der Gesellschaft eine fast seuchenartige Verbreitung gaben. Nach der Lehre eines der Hauptvertreter dieses modernen Pessimismus ist die Welt ein Tummelplatz gequälter und geängstigter Wesen, welche nur dadurch bestehen, daß eines das andere verzehrt, wo daher jedes reißende Thier das lebendige Grab tausend anderer, und seine Selbsterhaltung eine Kette von Martertoden ist, wo sodann mit der Erkenntniß die Fähigkeit, Schmerz zu empfinden, wächst. In seiner reizbaren, finstern Stimmung weist der Philosoph jeglichen Hinweis auf etwas Gutes zurück. „Ein Optimist," so läßt er sich verlauten, „heißt mich die Augen öffnen und hineinsehen in die Welt, wie sie so schön sei im Sonnenschein, mit ihren Bergen, Thälern, Strömen, Pflanzen, Thieren u. s. w. Aber ist denn die Welt ein Guckkasten? Zu sehen sind diese Dinge freilich schön, aber sie zu sein, ist ganz etwas anderes."

Wenn Aeußerungen solcher Art auch die Thatsache der Zweckmäßigkeit, die von uns auf dem Wege naturwissenschaftlicher Beobachtung in ihrer Evidenz bewiesen wurde, nicht im mindesten umstoßen können, so vermögen sie doch ihren finstern Schatten auf diese Zweckmäßigkeit, auf das gesammte Weltziel und dessen höchsten Urheber zu werfen, und deshalb erfordern sie eine kurze Erörterung.

Das Ziel der Natur-Einrichtung ist zunächst auf den Wohlbestand des Ganzen, das ja einen einzigen großen Organismus darstellt, gerichtet. Zu diesem Behufe ergibt sich vor allem die Fortdauer der Gattungen und Arten als nöthig, und sie wird mit Sicherheit erreicht; der Wohlbestand der Individuen wird ebenfalls erstrebt und im Allgemeinen verwirklicht, aber wegen höherer übergeordneter Zwecke, um des Ganzen willen muß innerhalb der vorhandenen Natur-Einrichtung öfters der Bestand der Individuen geopfert werden. Hierdurch wird zugleich aber auch der Wohlbestand anderer Einzelwesen ermöglicht. „Es würde das Leben des Löwen nicht erhalten werden, wenn nicht der Esel getödtet würde," sagt eben so naiv als treffend der h. Thomas von Aquin.[26]) Gerade die scheinbaren Unvollkommenheiten, welche sich in den einzelnen Organismen und in der ganzen Natur-Einrichtung finden, ergeben sich als durchaus nöthig zur Vortrefflichkeit des Ganzen.

Unter der Zahl der Glieder eines Organismus hat das eine offenbar einen niedrigern Rang als das andere; die Haut, die Haarbekleidung hat unedlere, gröbere Theile als der Schlauch des Magens; dieser wird wieder an Feinheit von den höhern Sinnes-Organen übertroffen; aber diese Verhältnisse verschiedener Theile sind nöthig, wenn überhaupt ein Organismus bestehen soll. Ein Körper, der ganz Auge, ganz Ohr wäre, würde durch diese an und für sich vollkommensten Organe ein Unding. Aehnlich verhält es sich in dem Naturganzen. Wenn nur diejenigen Gebilde, welche gleichsam den Gipfel der drei Reiche bilden, beständen, falls dieses überhaupt möglich wäre, und wenn die unvollkommenen ausgeschlossen blieben, so würde statt des unendlichen Reichthums der Dinge nur Armuth und Oede bleiben.

Der Reichthum und Wohlbestand des Naturganzen ist nur ermöglicht durch die Rangordnung der Dinge, die von dem unvollkommensten und niedrigsten in allen Graden der Begabung bis zu den am besten ausgestatteten eine herrliche Ordnung bilden. In diese Ordnung und den ihr zu Grunde liegenden Plan der Natur sind auch die Uebel, nämlich der Tod und dessen Ursachen, Schmerzen, Krankheiten und gewaltsame äußere Angriffe auf den Organismus, aufgenommen. Hängt doch von dem Kampfe um das Da-

---

[26]) S. Thom. 1, qu. 48, art. 2.

sein die Gesundheitsfülle und stets jugendliche Kraft der Natur ab. Hätten die Organismen, sowohl die Pflanzen als auch die Thiere, eine ungestörte Vermehrung, so daß alle zur Entwickelung kämen und eines natürlichen Todes stürben, so würde in kurzer Zeit alles Leben unmöglich sein. In einigen Jahren würden sich die Insecten bei ihrer reißend schnellen Vermehrung in's Milliardenfache anhäufen, so daß die Raupen und Maden Schichten bilden und die geflügelten Insecten den Luftkreis verstopfen würden. Wenige Jahre würden genügen, um das Meer und die Flüsse bis an den Rand mit den Scharen der Fische zu füllen, und auf dem Lande würden die an Nachkommen reichen Gattungen der Reptile, Vögel und Vierfüßler in's Ungeheuerliche zunehmen. Die nothwendige Folge wäre Vernichtung der Pflanzen- und Thierwelt, da sich die in's Unermeßliche vermehrenden Organismen gegenseitig alle Lebensquellen, den Raum, das Licht, die Luft und die Nahrung abschneiden würden. Die Natur, jetzt so wohlgeordnet, würde ein allgemeiner Schauplatz der schauerlichsten, qualvollsten, allseitigsten Vernichtung, der Verwesung und Verödung werden, welcher kein frohes, frisches Leben folgen könnte.

Der frühzeitige Tod, den zum Nutzen des Ganzen unzählige Organismen erleiden und der sogar die Regel ist, muß außerdem bei genauer Prüfung in milderm Lichte erscheinen, als man nach dem unmittelbaren sinnlichen Eindrucke anzunehmen geneigt ist. Das Thier wird geboren, vollständig ausgerüstet mit allen für seinen Wohlbestand dienlichen Werkzeugen und Instincten; es braucht deshalb keine Erfahrung für sein Alter zu sammeln, ja das Alter würde ihm wegen der fortschreitenden Abnahme seiner Kräfte zur Last. Ein solches langsames Hinsiechen, der natürliche Tod also, wäre durchgehends für das Thier viel schmerzlicher, als ein gewaltsames schnelles Ende. „Mit der Bestimmung des Todes," so sagt Bernhardin von Saint-Pierre in seinen Naturstudien, „nahm die Natur den Thieren das Grausenvolle dieses Augenblicks. Denn gewöhnlich unterliegen sie den Klauen und den Zähnen ihrer Feinde in der Nacht oder mitten im Schlafe. Zwanzig der Lebensquelle zugleich versetzte tödtliche Wunden lassen ihnen nicht Zeit, daran zu denken, daß es um ihr Leben geschehen ist. Sie verknüpfen mit diesem unglücklichen Augenblicke keine jener Empfindungen, die ihn den meisten Menschen so herbe machen, — nämlich die Reue über die Vergangenheit und die Unruhe über die Zukunft.

Unbekannter Ersatz versüßt ihnen vielleicht noch diesen letzten Uebergang. Wenigstens muß ich es als eine der größten Aufmerksamkeit würdige Sache bemerken, daß nämlich diejenigen Arten der Thiere, deren Leben zur Erhaltung der andern bestimmt ist, z. B. viele Insecten, keiner bedeutenden Empfindung empfänglich scheinen. Wenn man einer Fliege ein Bein ausreißt, so geht sie doch hin und her, als wenn sie nichts verloren hätte. Selbst nach der

Ablösung eines beträchtlichen Gliedes sieht man weder Ohnmacht, noch Zuckung, noch Geschrei, noch andere Zeichen des Schmerzes. Réaumur schnitt einst einer großen Raupe das fleischige und musculöse Horn ab, die sich aber deswegen nicht in ihrem Fressen stören ließ, gerade als wäre ihr nichts begegnet. Kann man also glauben, daß Geschöpfe, die unter den Händen der Kinder und Philosophen mit so viel Ruhe Verstümmelungen ertragen, irgend eine schmerzhafte Empfindung erfahren, wenn sie in der Luft von den Vögeln als Leckerbissen verschluckt werden?"

Es könnte hier der Einwurf erhoben werden: daß allerdings in der gegebenen Weltordnung zum Wohlbestande der Natur eine unbegrenzte Vermehrung der Organismen verhindert werden müsse. Wenn aber diese Verhinderung durch die Zerstörung unzähliger Keime und halbentwickelter Organismen geschähe, so müsse man eben dieses für einen Mangel halten, der durch eine den Naturwesen von vorn herein verliehene eng begrenzte Vermehrungsfähigkeit viel zweckmäßiger hätte vermieden werden können. So weiß es besonders der Geschichtsschreiber des Materialismus F. A. Lange zu tadeln, daß in der Natur das Leben der Einzelwesen um den Preis des Todes zahlreicher anderer erkauft würde. „Wenn ein Mensch," so meint derselbe, „um einen Hasen zu schießen, Millionen Gewehrläufe auf einer großen Haide nach allen beliebigen Richtungen abfeuerte; wenn er, um in ein verschlossenes Zimmer zu kommen, sich zehntausend beliebige Schlüsseln kaufte und alle versuchte; wenn er, um ein Haus zu haben, eine Stadt baute und die überflüssigen Häuser dem Wind und Wetter überließe: so würde wohl Niemand dergleichen zweckmäßig nennen und noch viel weniger würde man irgend eine höhere Weisheit, verborgene Gründe und überlegene Klugheit hinter diesem Verfahren vermuthen. Wer aber in den neuern Naturwissenschaften Kenntniß nehmen will von den Gesetzen der Erhaltung und Fortpflanzung der Arten, der wird allenthalben eine ungeheuere Vergeudung von Lebenskeimen finden. Der Untergang der Lebenskeime, das Fehlschlagen des Begonnenen ist die Regel; die naturgemäße Entwickelung ist ein Specialfall unter Tausenden; es ist die Ausnahme, und diese Ausnahme schafft jene Natur, deren zweckmäßige Selbsterhaltung der Teleologe kurzsichtig bewundert."

Diese Einrede macht sich indessen einer groben Entstellung und Verkennung der wirklichen Natureinrichtung schuldig; denn in den Verhältnissen der Erzeugung und des Unterganges der Naturdinge waltet die offenbarste Gesetzmäßigkeit. So erhielten die kryptogamischen Gewächse unzählige einzellige, staubähnliche Sämchen, und nur hierdurch ist es möglich, daß durch die Strömung des Windes und des Wassers diese Sämchen allenthalben verbreitet werden und dort, wo sie irgend günstigen Boden finden, aufkeimen. Diese allgemeine Verbreitung war aber nöthig, weil die Kryptogamen

bestimmt sind, die Bildung der Vegetationsdecke auf unorganischer Unterlage einzuleiten. Hätten die Kryptogamen wenige Samen, so würde dieser Zweck nicht erreicht werden können, und das gesammte Reich dieser Gewächse müßte eingehen; ja es hätte sich auch überhaupt kein Boden für vollkommenere Pflanzen bilden können. Das folgt durch die Art und Weise, wie noch jetzt die Bewachsung einer jeden humuslosen Erdstelle durch Flechten und Moose eingeleitet wird. Daß also eben eine solch' große Menge von Keimen vorhanden ist, ergibt sich als das sicherste Mittel der Verbreitung, und von diesem Gesichtspunkte aus ist auch die Vernichtung der nicht zur Ausbildung gelangten Keime in die Zweckmäßigkeit eingeschlossen. Ebenso ist es zur Sicherung der Befruchtung nothwendig und zweckmäßig, daß diejenigen Pflanzen, deren Befruchtung bei getrenntem Geschlechte durch den Wind vermittelt wird, eine außerordentliche Menge von Blüthenstaub hervorbringen, wie wir es etwa bei unsern blühenden Nußsträuchern, Pappeln, Weiden, Erlen und Tannen bemerken. Daß hier ebenfalls unzählige Pollenkörner verloren gehen, ist um der sichern Erreichung der Zweckes willen unvermeidlich.

Diejenigen Thierarten, welche vielen Verfolgungen ausgesetzt und wehrlos sind, wie manche Insecten, Fische, kleine Vögel und Nagethiere, bleiben allein durch ihre außerordentliche Fruchtbarkeit vor dem Untergange geschützt. Die Biene erhielt einen Stachel, man sollte meinen zu ihrer eigenen Vertheidigung; wenn sie aber diese Waffe gebraucht, so muß sie selbst sterben; indeß durch ihren Opfertod nützt sie dem Bienenstaate und der Sicherheit der einzelnen Bienen. Somit ist ihr Tod zweckmäßig. „Die Vorstellung einer Vergeudung der Lebenskeime schließt eine durchaus anthropomorphistische Ansicht ein;“ so urtheilt der Oberflächlichkeit jenes Einwandes gegenüber K. E. v. Baer [27]). Er weist nach, Lange habe nicht beachtet, daß gerade von ihm die menschliche Arbeit zum Maßstabe der Naturwirksamkeiten genommen sei, und übersehen, daß die Wirksamkeiten der Natur von allgemeinen Kräften und Verhältnissen abhängen, deren Erfolg eben durch die Allgemeinheit gesichert ist. Wenn durch die Trockenheit leidend gewordene Pflanzen durch einen Regen erquickt werden, dürfen wir es nicht als überflüssig und verschwenderisch betrachten, wenn derselbe Regen auch auf trockene Wege, auf verglasten Fels oder Wasserflächen fällt. „Der Regen ist Erfolg allgemeiner Nothwendigkeiten in der Natur unseres Planeten, und man darf nicht glauben, daß es regnet, um einige Pflanzen zu erquicken, sondern umgekehrt, daß die Pflanzen und Thiere nach diesen Verhältnissen organisirt sind, welche einen unaufhörlichen Kreislauf des Wassers und der Luft bedingen. Diesen Natur-Nothwendigkeiten gemäß sind die Lebensprocesse eingerichtet.“

---

[27]) Studien aus dem Gebiete der Naturwissenschaften. 2. Theil.

Sollte nach der Vorstellung der Materialisten kein Tröpfchen verloren gehen, so hätte jedes derselben derartig, selbst gegen den Lauf der Naturgesetze, gelenkt werden müssen, daß es nur ein Pflänzchen oder den Boden in der Nähe desselben, nicht aber etwa unfruchtbaren Flugsand getroffen hätte, und in ähnlicher Weise hätte auch jede Spore einer Kryptogame direct an eine für ihr Aufkeimen günstige Stelle geschafft werden müssen. Es konnte hier dann von sicher und allgemein wirkenden Gesetzen keine Rede sein. Eine so beschaffene Natur hätte am wenigsten der Würde des Schöpfers entsprochen; denn sie wäre einer Uhr zu vergleichen, deren Zeiger in jeder Secunde von dem Finger des Meisters weiter geschoben werden müßte, damit sie richtig die Zeit anzeige, statt daß ein von vorn herein zweckmäßig eingerichtetes Triebwerk auch ohne spätere Eingriffe des Meisters eine richtige Bewegung des Zeigers verursachte.

Doch nicht allein ist das Verhältniß zwischen Leben und Tod ein wohlabgewogenes, sondern es läßt sich auch sogar als Vollkommenheit auffassen, daß eine solche Fülle von Leben hervorgerufen und um den Preis des Todes erkauft wird. Daß die Stoffe des Mineralreiches auch nur eine Zeit lang in den Organismus der Pflanzen übergeführt werden, selbst wenn diese Pflanzen nur Keime oder Sprossen bleiben, die nicht zur vollkommenen Entwickelung kommen; daß hinwieder Minerale, daß unentwickelte oder entwickelte Gewächse zerstört werden, um in den Thierkörper aufgenommen zu werden, daß unzählige Thiere sich, wenn auch nur kurze Zeit, des Lebens freuen und dann sterben: ist ein vollkommeneres Verhältniß, als wenn, statt dieses bald vergehenden, gar kein pflanzliches und thierisches Leben entstanden und die von dem Leben benutzten Theile in ihrer unorganischen Beschaffenheit, in ihrem Tode belassen wären.

* * *

Wenn wir nunmehr die durch die Natureinrichtung gebotenen Zeugnisse zusammenfassen, so ergibt es sich als einleuchtende und unumstößliche Wahrheit, daß in der Natur, sowohl im Großen und Ganzen als auch in den Einzelgebilden, die durchgreifendste Zweckmäßigkeit waltet.

Da aber jeder Zweck bereits vor dem Entstehen desjenigen Dinges, dessen Wesenheit und Form durch ihn bestimmt wird, thatsächlich vorhanden sein muß, so ergibt sich, weil das Naturganze von vorn herein nach Zweckursachen gestaltet ist: daß ein zwecksetzendes Princip vor dem Bestehen dieses Ganzen und unabhängig, getrennt von demselben, sein Dasein hatte. Aus der Art jener zweckmäßigen Beschaffenheit des Naturwerkes gibt sich diese oberste Ursache als eine allen menschlichen Scharfsinn, alle Wissenschaft und

Weisheit unbegreiflich weit übertreffende Einsicht, als ein machtvoller, weiser Wille zu erkennen, dessen Zwecke zugleich Absichten sind.

Diese also selbstbewußte, persönliche Ursache beweist zugleich dadurch, daß sie die mit Nothwendigkeit wirkenden mechanischen Gesetze des Naturlaufs begründete und das organische Leben schuf, eine jede menschliche Schätzung übersteigende Fülle von Macht und Leben. Das Thun dieses höchsten Wesens ist in der Erhaltung des Wohlbestandes der Natur auf das Gute gerichtet und es brachte durch die gute Zweckmäßigkeit zugleich einen außerordentlich großen Reichthum des Schönen hervor.

Anderseits darf nicht vergessen werden, daß die Natur schon wegen ihrer Bedingtheit und Endlichkeit kein ausreichendes Bild Gottes als des absoluten Seins geben kann. Es kommt noch hinzu, daß der menschliche Verstand sowohl wegen der Unmöglichkeit, das Wesen der Dinge zu erkennen, als auch wegen seiner sonstigen Mängel selbst dieses schon an und für sich beschränkte Erkenntnißmittel der Natur nicht anders als unvollständig benutzen kann und vielfach dem Irrthum preisgegeben bleiben wird.

Die Naturbetrachtung bietet uns über viele der wichtigsten Fragen hinsichtlich der göttlichen Wesenheit sowie in Bezug auf die Stellung und das Ziel des Menschen keinen Aufschluß. Demnach weist dieselbe auf das Bedürfniß einer göttlichen Offenbarung hin, zu welcher die natürliche Gotteserkenntniß eine der wichtigsten Vorstufen bildet.

Görres-Gesellschaft zur Pflege der Wissenschaft im katholischen Deutschland.

Die diesjährige General-Versammlung wird gemäß Beschluß des Verwaltungs-Ausschusses am **28. und 29. August in Münster i. W.** stattfinden.

Tages-Ordnung:

Dinstag den 28. August, Vormittags 9 Uhr: Hochamt in der St. Lamberti-Kirche. Zehn Uhr: Geschäftliche Sitzung. Begrüßung. Bericht über den Mitglieder-Bestand und die Vermögenslage des Vereins. Wahl der Rechnungs-Revisoren. Beschlußfassung über das Statut. Wahl eines Vorstands-Mitgliedes. Nachmittags 4 Uhr: Sitzung der philosophischen Section.

Mittwoch den 29. August, Vormittags 10 Uhr: Sitzung der Section für Rechts- und Social-Wissenschaft. — Nachmittags 4 Uhr: Allgemeine wissenschaftliche Sitzung. Bericht der Sections-Vorstände über die in den Sections-Sitzungen gepflogenen Verhandlungen. Vorträge.

Die allgemeinen Sitzungen finden im großen, die Sections-Sitzungen im kleinen Saale des „Münster'schen Hofes" der Wittwe Schwartz statt.

Nach §. 5 des Statutes haben nur Mitglieder und Theilnehmer Zutritt zu der General-Versammlung.

Wegen der Beschaffung von Wohnungen beliebe man sich an das Mitglied des Local-Comité's, Herrn Verlags-Buchhändler Ed. Hüffer in Münster, zu wenden.

Bonn, im Juli 1877.

Der Vorsitzende des Verwaltungs-Ausschusses,
Dr. Freiherr v. Hertling.

Berthold, Karl Adam,

Die Herrschaft der Zweckmäßigkeit in der Natur

Köln 1877